A comparação dos resultados obtidos nesta caldeira em relação às caldeiras vulgares são as seguintes:

	Caldeiras Normais	Caldeiras Velox
Calor Des. m³/câmara	200.000 a 1.200.000	7.500.000
Veloc. Gases m/seg	5 a 15	200 m/seg
Peso Vapor K/m²/hora	50 a 120	500 K/m²/hora
Peso Cald Kilo Vapor	6 a 10	1,5 a 2,5

Fig. 9

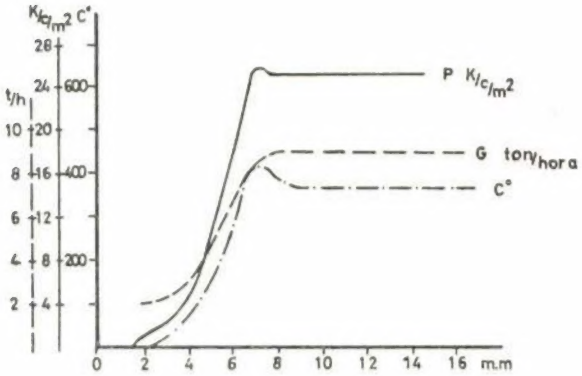


Fig. 10

O gráfico junto, fig. 10, dá a forma rápida como devido ao pequeno volume da água a caldeira se adapta e põe ràpidamente em pressão.

É a Caldeira Velox especialmente indicada para equipar grandes centrais de serviço público

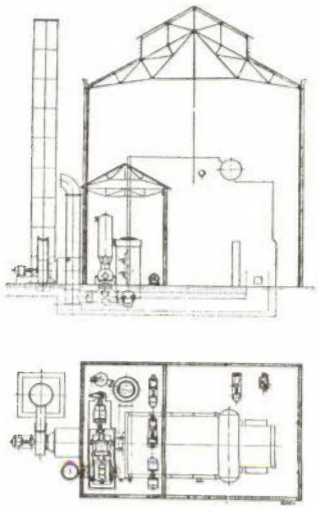


Fig. 11

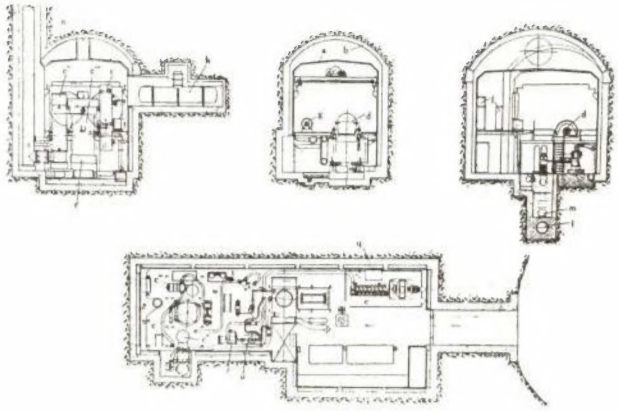


Fig. 12

como caldeiras destinadas a vencer as pontas de carga.

O seu diminuto volume, fig. 11, aconselha igualmente o seu emprego em centrais subterrâneas, fig. 12, destinadas a assegurar os serviços vitais duma cidade em caso de bombardeamento das centrais térmicas ou hidráulicas ou ainda para substituir as instalações Diesel de reserva em centrais de serviços públicos, de tracção, de elevação de água.

Caldeira Löffler

Este gerador é baseado na vaporização indirecta da água num cilindro colocado fora do circuito dos gases no qual se faz passar por barbotage uma corrente de vapor sobreaquecida, fig. 13.

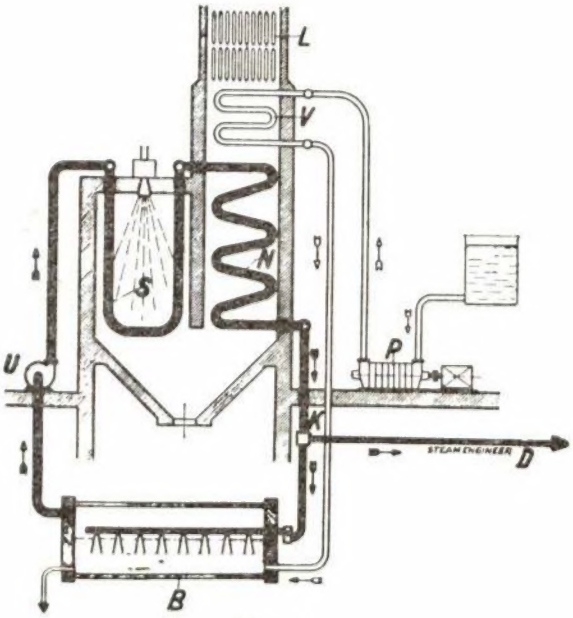


Fig. 13

A vantagem essencial deste modo de vaporização reside em que a água com que é produzido o vapor não é posta em contacto com paredes aquecidas não sendo portanto a produção do vapor realizado por superfícies de aquecimento.

Sabe-se que o vapor a alta pressão é principalmente interessante quando ele se apresenta bastante sobreaquecido.

Para se poder elevar a temperatura do vapor sobreaquecido é necessário assegurarmo-nos de que o sobreaquecedor será percorrido por uma forte corrente de vapor independentemente da sua utilização.

A Bomba de circulação de vapor da casa Löffler, fig. 15, envia através do sobreaquecedor um afluxo de vapor só função da sua velocidade.

A Bomba dá assim a possibilidade de se subir a temperatura do vapor até ao limite possível das resistências das paredes dos tubos em geral 50° acima da temperatura que seria possível numa caldeira vulgar.

O consumo da bomba não é superior de 2 a 3 % da energia que se poderia tirar do vapor produzido.

Do vapor que circula 1/3 sai para ser utilizada e 2 3 são enviados ao tambor inferior onde vai borbolhetar produzindo vapor saturado abandonando o seu calor de sobreaquecimento.

O esquema junto, fig. 14, indica o circuito do vapor numa caldeira a 134 k da pressão que produz vapor sobreaquecido a 500°.

Nele se vêm indicadas as velocidades que os productos da combustão ao longo do sobreaquecedor. As únicas dificuldades que surgiram foram na bomba de circulação que merece que nos demoremos um pouco no exame da forma como foram resolvidos.

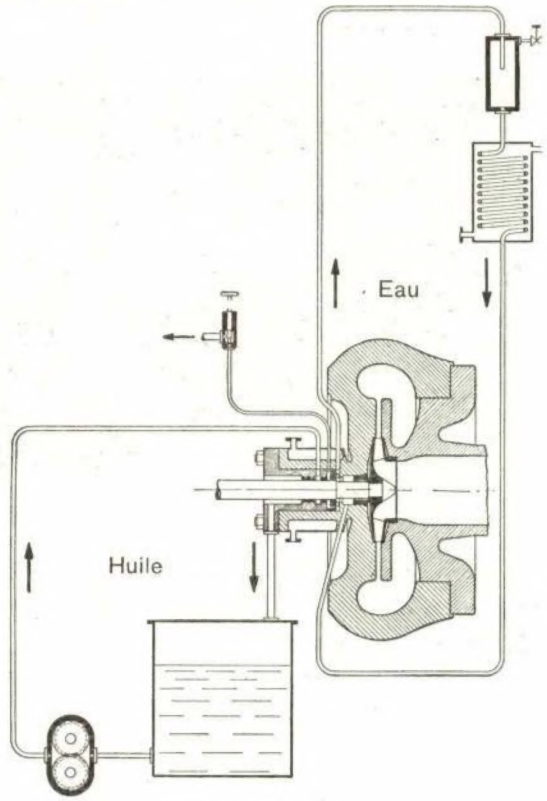


Fig. 15

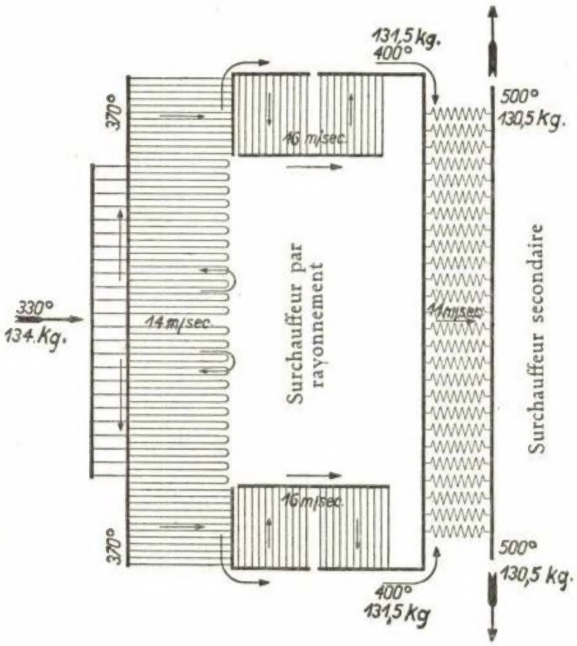


Fig. 14

A estanquecidade da bomba no veio é assegurada pela entrada de óleo a uma pressão de 2 k superior à pressão do vapor óleo que entra em circulação como vai indicada na figura.

Como o óleo está 2 k acima da pressão do vapor circulando na bomba passaria um pouco de óleo para o vapor: para evitar esse inconveniente há água das condensações circulando que leva esse óleo evitando a sua passagem ao vapor.

A casa Schwartzkopff construiu uma locomotiva, fig. 16, baseada neste princípio para os Caminhos de Ferro Alemães locomotiva a que mediante um cuidado extraordinário de estudo se conseguiu dar uma forma exterior absolutamente semelhante às usuais embora a sua constituição interna seja absolutamente diferente.

Locomotiva de alta pressão Schwartzkopff — Löffler

A Direcção-Geral dos Caminhos de Ferro Alemães interessou-se muito pelo novo sistema e encomendou à casa Schwartzkopff uma locomotiva 2-3-1 para uma potência de 2000 cv e para 100 k de pressão.

A locomotiva é a representada na figura junta em que se procurou claramente manter o aspecto

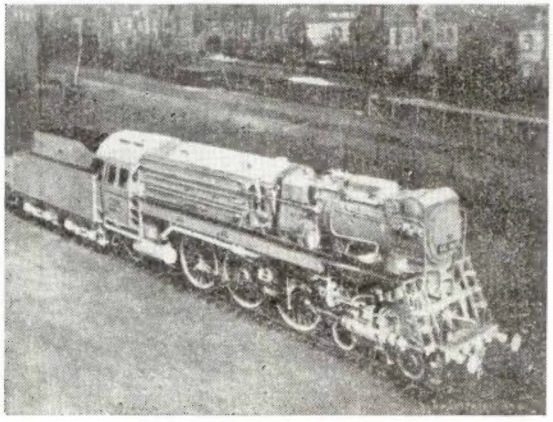
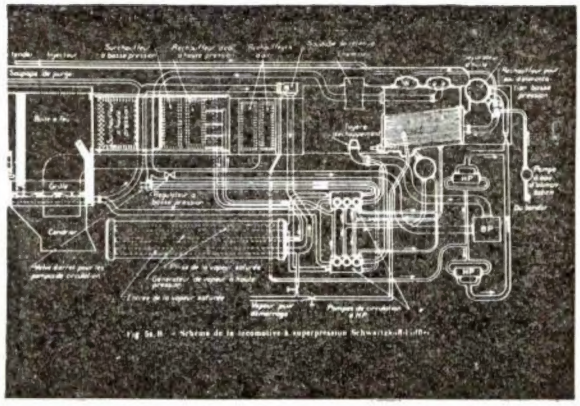


Fig. 16

exterior da locomotiva embora o sistema Löffler indicasse uma outra configuração exterior.

Na figura junta vê-se



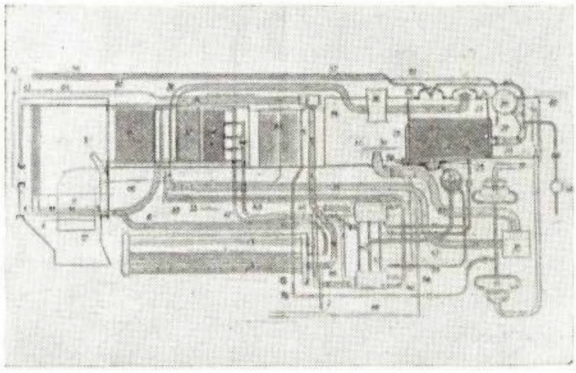


Fig. 17

1) — *Corpo cilíndrico.*
2) — Ligação a vapor exterior para a demarrage
3) e 4) — Entrada do vapor sobreaquecido
5) — Saída do vapor para a bomba
6) — Tubo de ligação à bomba
7) — *Bomba de circulação do vapor*
8) — Colector de vapor na caixa de fogo, fig. 19
9) — Caixa de fogo com respectiva serpentina de porta, fig. 10 e aro de saída, fig. 11
10) — *Sobreaquecedor de Alta Pressão* fig. 20
11) — Grelha
12) — Cinzeiro
13) e 18) — Conduta de retorno do vapor
14) — Válvulas
15) e 16) Conduta de vapor a 2 cilindros A P
17) — *Cilindros de alta pressão*
19) — Conduta de escape de alta
20) — Entrada de vapor na caldeira baixa
21) e 23) — Válvulas e acessórios de conduta
23) — *Caldeira de Baixa*
26) — Tubular de Caldeira
24) e 25) — Capacetes
24) e 28) — Câmaras de vapor de caldeira
29) e 30) — Saída de água condensada
31) — Vapor de baixa conduta
32) — *Sobreaquecedor de baixa pressão*
33) e 34) — Conduta de vapor de baixa pressão sobreaquecido aos cilindros
35) — *Cilindro Baixo*
67) — Escape baixa
36), 37) e 38) — Caixa de fumo
40) — Conduta
41), 42) e 43) — Conduta
46) — *Aquecedor de água de alla pressão*
47), 48) e 49) — Condutas
65) — Aquecedor de ar

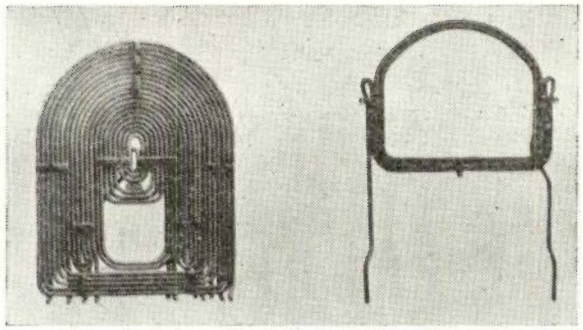
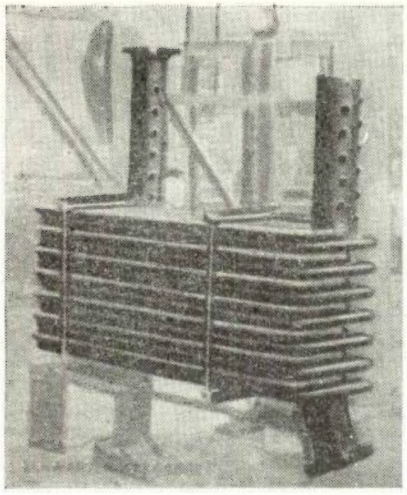


Fig. 18
Porta — Caixa fogo Aro — Caixa fogo



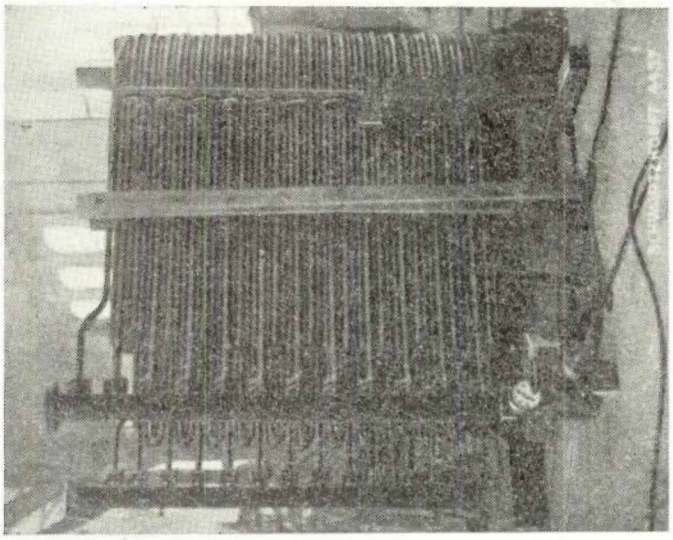


Fig. 19
Caixa de fogo

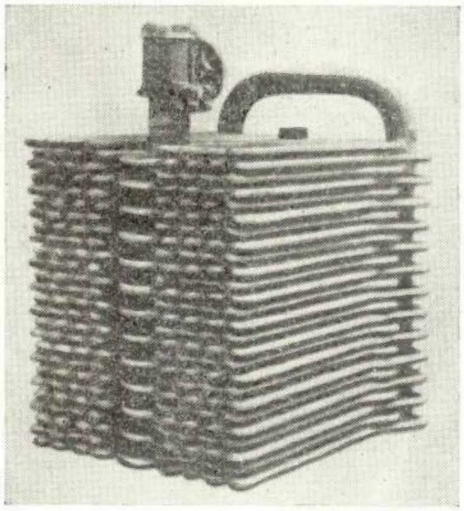


Fig. 20
Sobreaquecedores

Caldeira de alta pressão de Henschell

A caldeira é formada de 3 partes: figs. 21, 22 e 23.

a) — Um primeiro circuito de água destilada a 100 k de pressão em que o vapor é gerado no tubos que forram a câmara de combustão.

b) — Este vapor é levado em circuito fechado à serpentina que está dentro do corpo cilíndrico superior onde se gera vapor a 60 atmosferas que vai trabalhar no cilindro de alta.

c) — Os produtos da combustão abandonada à caixa de fogo vão entrar na caldeira de baixa pressão em que se produz vapor à pressão normal de 15 k.

d) — O vapor que sai do cilindro da alta mistura-se com o vapor da baixa e vai entrar nos 2 cilindros da baixa.

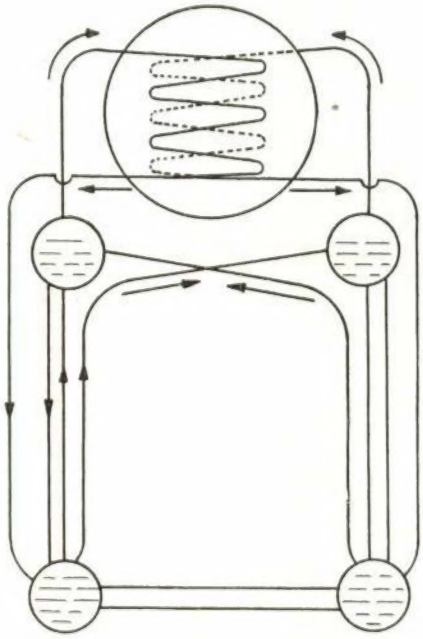


Fig. 21

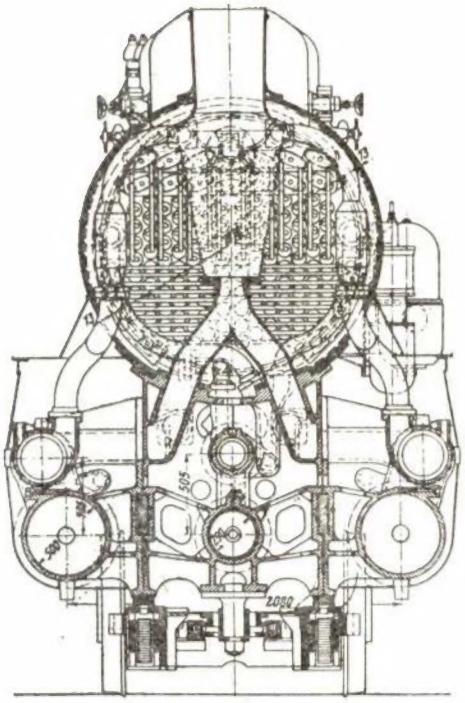


Fig. 22

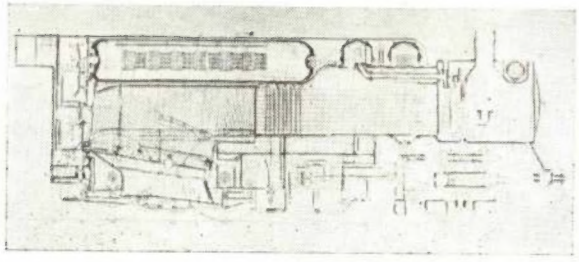


Fig. 23

Ciclo de Equipressão Ernest Mercier

Uma caldeira de equipressão é uma caldeira em que o ar, o carburante, e vapor são sempre mantidos à mesma pressão.

A caldeira experimental foi estabelecida para 55 k da pressão 600° de temperatura trabalha com ar comprimido a esta pressão.

A caldeira, fig. 24, é toda contida num cilindro de paredes espessas com **2 m** de diâmetro, **6,5m** de altura e tem no seu interior um outro cilindro de paredes pouco espessas sendo o intervalo entre os 2 cilindros percorridos por água. Está assim o corpo exterior isento de suportar altas temperaturas.

O corpo cilíndrico interior é de paredes fracas por haver igualdade de pressão entre água e vapor e gases do outro lado.

No interior destes dois corpos cilíndricos concêntricos está o tubular da caldeira e o sobreaquecedor igualmente sujeitos a igualdades de pressão e que portanto se podem construir como se se destinassem a caldeiras de baixa pressão.

Como a combustão se dá sob pressão o coeficiente de transmissão por convecção é muito grande por que é proporcional à densidade levantada a um espoente cujo valor é

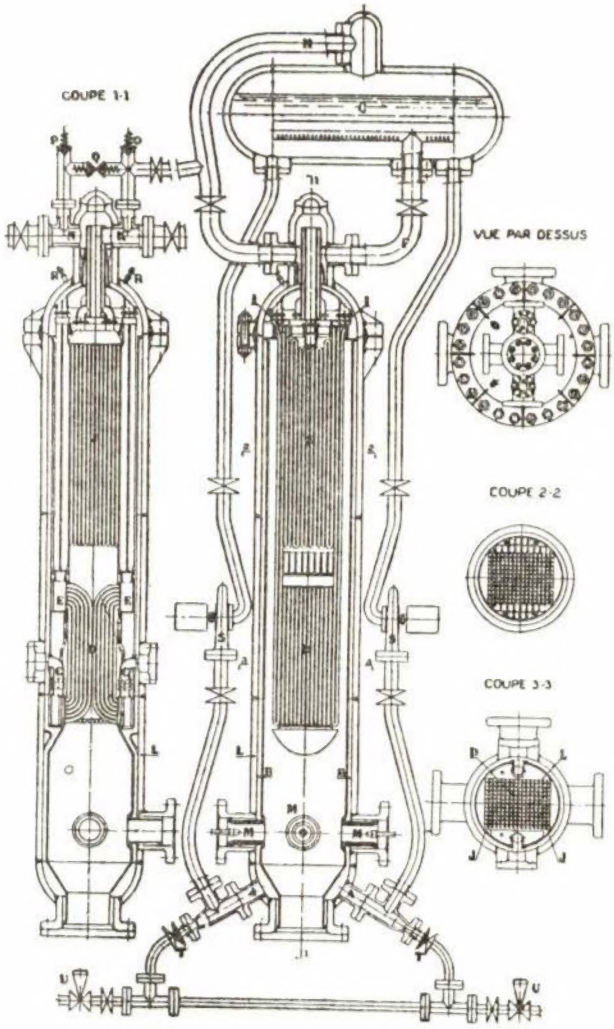


Fig. 24

0,690 — Incidência perpendicular a tubos alternos

0,652 — Incidência perpendicular a tubos paralelos

0,56 — Para corrente paralela aos tubos

e como por outro lado

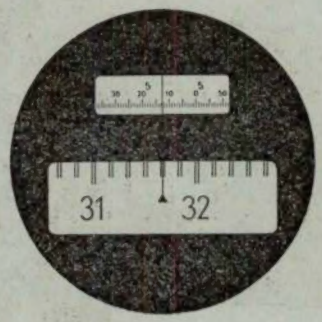
$$d = K \frac{P}{T}$$

TEODOLITO DE SEGUNDOS FT2

Otto-Fennel

Para triangulações de segunda e terceira ordens, poligonação de precisão, orientação e medidas astronómicas de ligação, levantamentos subterrâneos e todos os trabalhos de precisão em geral

- Óculo reversível
- Leitura por sistema directo
- Óptica tratada de grande luminosidade



CARACTERÍSTICAS

Telescópio — Analáctico com focagem interna; óptica tratada; comprimento 175 mm; ampliação 30 x; abertura da objectiva 40 mm; distância mínima de mira 1,25 m; constante de adição zero; constante de multiplicação 100.

Níveis — Circular 8′; de horizontalidade, paralelo ao eixo de inclinação 20″; de coincidência no círculo vertical 20″.

Círculo horizontal — Diâmetro 90 mm; leitura directa 1″ — 2^{cc}; leitura por avaliação 0,1″ — 0,2^{cc}.

Círculo vertical — Diâmetro 70 mm; leitura directa 1″ — 2^{cc}; leitura por avaliação 0,1″ — 0,2^{cc}.

Tripé extensível; caixa metálica com pequenos acessórios.
Pesos: instrumento 6,5 kg; tripé 6 kg; caixa metálica 4,5 kg.

REPRESENTANTES

PAPELARIA FERNANDES — S. A. R. L.

L. DO RATO, 13 — TEL. 68 21 31 / 39 — R. DO OURO, 145 — TEL. 2 83 61 / 2 60 66

LISBOA

máquinas eléctricas

TRANSFORMADORES

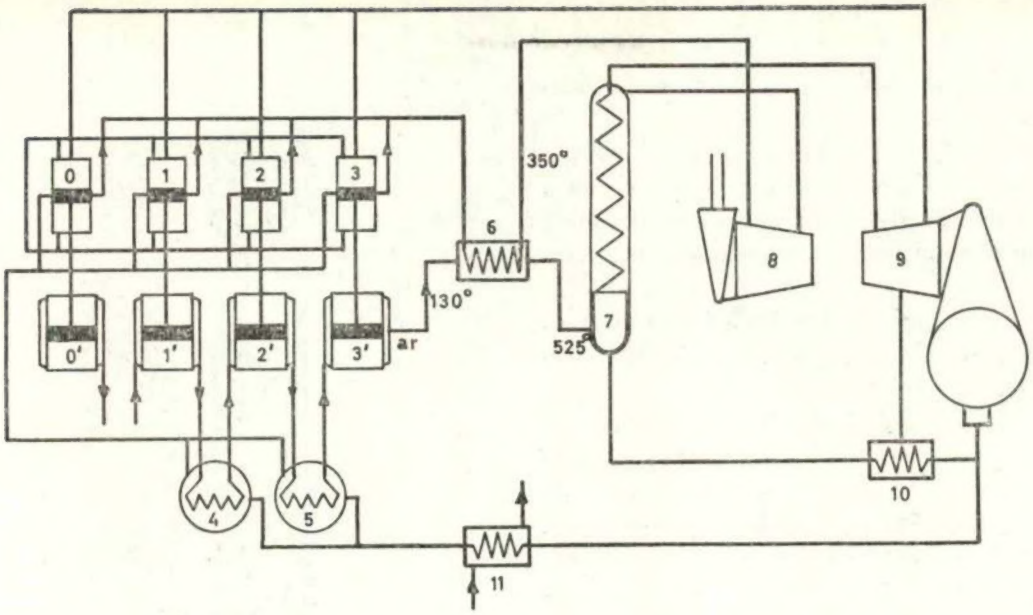
LICENÇA SIEMENS SCHUCKERT
ATE 1600 kVA 35 kV

MOTORES TRIFÁSICOS ASSINCRONOS

ATE 120 Cv

EMPRESA NACIONAL DE APARELHAGEM ELÉCTRICA, S. A. R. L. AV. 24 DE JULHO, 158 — LISBOA

DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS MOTRA EQUIPAMENTOS ELÉCTRICOS, S. A. R. L.
AV. INFANTE SANTO, 56 D-1.º LISBOA — TEL. 66 10 69 — 66 10 36



0 — 1 — 2 — 3 — Motores a gás
0' — Compressores de ar de boleyage
1' — 2' — 3' — Compressores de ar
4 — 5 Arrefecedores interm. ar de compressão
6 — Aquecedor do ar de combustão que vem do compressor a 130° e que é elevado a 350° e dirigem-se para o andar de baixo da turbina a gás 8
7 — Caldeira de equipressão produzindo vapor a alta pressão e a uma temperatura de cerca de 600°
8 — Turbina a gás
9 — Turbina a vapor
10 — Aquecedor de água da alimentação

Fig. 25

Vemos que a densidade cresce com a pressão sendo tanto maior quanto maior for P para a mesma temperatura.

Podemos assim contar com coeficientes de transmissão 20 vezes mais elevados do que nas geradoras normais e portanto com necessidade de superfícies de transmissão 20 vezes menores.

Pode-se assim realizar uma caldeira que para a mesma produção só tenha 4 a 5 % duma caldeira normal em peso.

Uma caldeira para alimentar uma turbina de 50 000 kW teria na construção normal

16 m de largura
16 m de comprimento
46 m de altura

seria substituída por uma que só ocuparia ø 2 m × 6,5 m.

A ideia da caldeira vem acompanhada da de um novo ciclo. Uma caldeira de equipressão fornece assim vapor a uma determinada pressão sobreaquecido e por outro lado gases quentes a alta pressão podendo assim por um lado alimentar uma

Turbina de Vapor

e por outro lado uma

Turbina de Gás

Produzindo a 1.ª . . . 55 % da potência
Produzindo a 2.ª . . . 45 % da potência

A figura 25 mostra esquemàticamente a forma como foi constituído o grupo que tem um compressor de baleyage do motor e 3 compressores de ar de combustão e está montado a título experimental na Central Arrighi.

Têm-se feito ensaios sistemáticos neste grupo entre 20 e 90 k/cm².

Os rendimentos encontrados foram os seguintes:

Pressão	Rend. C. Gás	Rend. C. Vapor	Rend. Global partindo 0,88 Caup.
30	0,445	0,351	0,385
45	0,435	0,362	0,391
80	0,420	0,378	0,399

Caldeira Vuia

A ideia original que se encontra neste tipo da caldeira não reside pròpriamente na sua forma mas na maneira como nela se dá a combustão. Como vamos ver trata-se da realização prática industrial da *superfície da combustão* ou seja da combustão acelerada e sem chama. O volume da caldeira é assim reduzido extraordinàriamente.

O princípio da superfície da combustão consiste na aceleração da velocidade da combustão exercida por superfícies quentes a uma alta tem-

peratura sobre as combinações químicas das misturas carburadas.

As suas vantagens residem em que a energia da combustão é fornecida principalmente sob a forma de energia radiante que como se sabe é proporcional à 4.ª potência da temperatura absoluta.

As primeiras experiências desta forma da combustão foram feitas no Owens College pelo Prof. Bone.

Foi no congresso de Lilienthol de 1939 que se assinalou que os gases de escape dos motores com alta compressão produziam nos tubos de escape uma descarga electrostática que se transmitia a todo o avião que causava perturbações nas transmissões radio-eléctricas e originavam a formação de neve no bordo de ataque das asas de acordo com a teoria física de Millikan que afirma que toda a descarga eléctrica produz sempre uma condensação de vapor.

Vê-se assim que a superfície da combustão realizada no tubo de escape é causa não sòmente de fenómenos Físico-Químicos mas também de efeitos electro-estáticos ainda mal definidos.

Quando se produz a combustão no interior duma massa refractária esta ràpidamente atinge as temperaturas de 550° a 600°.

Uma vez atingida esta temperatura a mistura gasosa combustível e ar inflama-se logo que contacta com esta superfície quente e a matéria refractária vai aumentando de temperatura e a combustão vai a pouco e pouco aproximando-se do local da entrada da mistura gasosa. Em contacto com esta parede excessivamente quente nenhuma partícula gasosa pode ficar por queimar desde que tenha o oxigénio necessário.

Torna-se assim desnecessário qualquer excesso de ar que como sabem chega nas combustões normais a atingir percentagens de 50 %.

No gerador Vuia a combustão dá-se num tubo central no qual a mistura gasosa é injectada com uma pressão de 20 a 300 gr/cm² o que origina uma grande velocidade de entrada começando a combustão por se dar só na extremidade superior do tubo.

As paredes do tubo vão porém aquecendo e passado pouco tempo a combustão passa a dar-se dentro do tubo descendo dentro dele a chama e aproximando-se do ponto de injecção.

Logo que todo o tubo está incandescente a chama desaparece completamente e a combustão

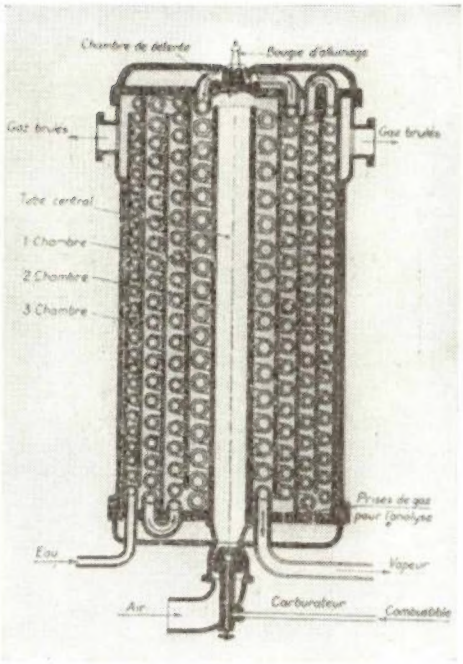


Fig. 26

dá-se a uma temperatura tanto mais elevada quanto maior for a velocidade da mistura aumentando a pressão no interior deste tubo.

A combustão passa a dar-se instantâneamente logo à saída do queimador. Os hidrocarburetos são elevados a temperatura de volatilização integral e reduzidos a vapor no estado atómico oxidando-se instantâneamente com grande desenvolvimento de calor.

Os fenómenos que a partir desta fase se começam a dar pela acção da superfície de combustão são muito complexos parecendo que a oxidação dos hidrocarburetos se faz em cadeia por fases ultra-rápidos e que há uma acção catalítica provocada pelas fases umas sobre as outras.

Além destes fenómenos já de si complicados parece que se dão descargas electrostáticas que auxiliam a combustão.

Na caldeira Vuia o tubo central e o seguinte são em aço inoxidável e ambos se põem ao rubro.

Verificou-se que 60 % do calor produzido se transmite por radiação a uma alta temperatura o que aumenta consideràvelmente o coeficiente de transmissão para a superfície receptoras das serpentinas alojadas entre as paredes dos vários tubos.

Para um gerador de 4000 quilos de vapor hora esta serpentina tem 1200 metros.

A circulação dos gases e da água fazem-se em

contra corrente sendo a caldeira em si uma caldeira de circuito aberto que é alimentada com água fria por uma das extremidades e debita vapor na outra.

A caldeira trabalha de 100 a 220 k c/m² da pressão e produz vapor sobreaquecido de 500°.

A vaporização horária conseguida é de 150 a 200 quilos de vapor por m²/hora de superfície de aquecimento.

A serpentina em que a água circula tem de diâmetro interno 8 a 12 mm.

O rendimento que se tem conseguido é de 95 % com os gases à saída a 40°.

Com esta temperatura de saída dos gases a água proveniente da combustão do hidrogénio do combustível condensa-se saindo assim:

1 quilo de água por quilos de óleo

com libertação de 650 calorias que se aproveitam. Podendo esta água distilada servir para alimentação da caldeira.

Logo que o tubo central esteja incandescente pode-se empregar qualquer óleo bruto não refinado, óleos vegetais, gás de gasogénio, mesmo carvão pulverizado.

Como a combustão é instantânea o combustível pode ser consumido à medida das necessidades do vapor o que faz com que a caldeira mantenha bom rendimento para os mais variados regimens.

Todo o gerador tubular tem como se sabe uma tendência grande a sua obstrucção por calcáreo, Este perigo parecia à primeira vista eminente na Vuia devido ao pequeno diâmetro dos seus tubos mesmo trabalhando-se com água tratada.

No entanto não se nota este inconveniente na Vuia o que é justificado pelas razões seguintes

Os depósitos de calcáreo dão-se na região em que a proporção de água a vapor é de 90 a 95 % isto é próximo do ponto de transformação em vapor saturado.

A posição deste ponto oscila constantemente ao longo da serpentina o que faz com que a zona em que esse depósito se dá seja constantemente lavada umas vezes por água, outras vezes por vapor, originando uma quase que impossibilidades de se produzirem a manterem depósitos de calcáreo.

Além disso a grande velocidade das águas 20 a 40 m/segundo não permite a existência de depósitos.

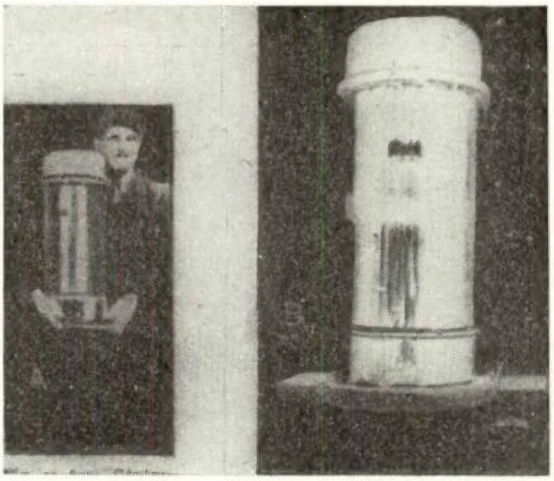
Na extremidade do tubo central coloca-se uma vela que permite obter em 2 minutos vapor à pressão desejada.

O tubo da serpentina só é de aço especial o das últimas voltas ao centro em que está o vapor sobreaquecido que é feito em aço, níquel e crómio.

O consumo do óleo por HP iguala o dos Dieseis 200 gr. por CV.

O custo duma caldeira Vuia é 1/3 do custo duma outra tipo clássico.

A figura junta, fig. 27, mostra uma Vuia alimentada a 120 k c/m² uma pequena máquina a vapor de 60 CV.



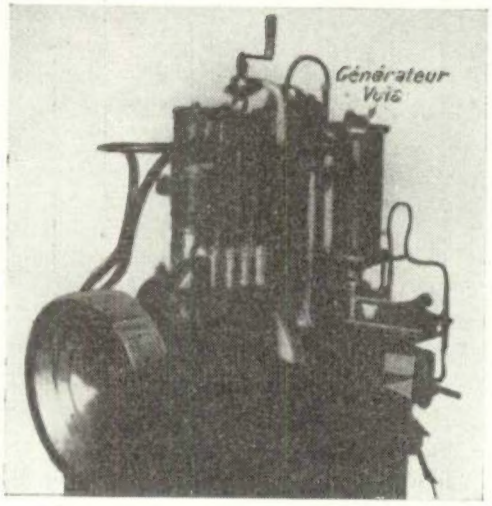


Fig. 27

Este tipo que acabo de vos mostrar é de interesse porque mostra:

a) — *Maneira de melhorar a combustão em queimadores.*

b) — *Que a grande velocidade de circulação constitui obstáculo aos depósitos de calcáreo.*

Caldeira La Mont-Vorkauf

O gerador de vapor é animado por um movimento de rotação que lhe é imprimido por uma turbina montada no seu eixo que utiliza uma parte do vapor produzido. O princípio do gerador é baseada num tubo em forma de U com os dois ramos de secções desiguais e sobre as quais se exercem pressões desiguais.

Se fizermos rodar este tubo e aquecermos o ramo curvo vai-se produzir vapor a uma pressão p e o equilíbrio vai-se produzir baseado na seguinte equação

$$p \frac{\pi d^2}{4} = 1 \frac{\pi D^2}{4} + \left(\frac{\pi D^2}{4} l \frac{1}{1000 \times 9{,}8} \right) \omega^2 \frac{l}{2} +$$

$$+ (L - l) \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \frac{1}{1000 \times 9{,}8} \omega^2 \frac{L + l}{2}$$

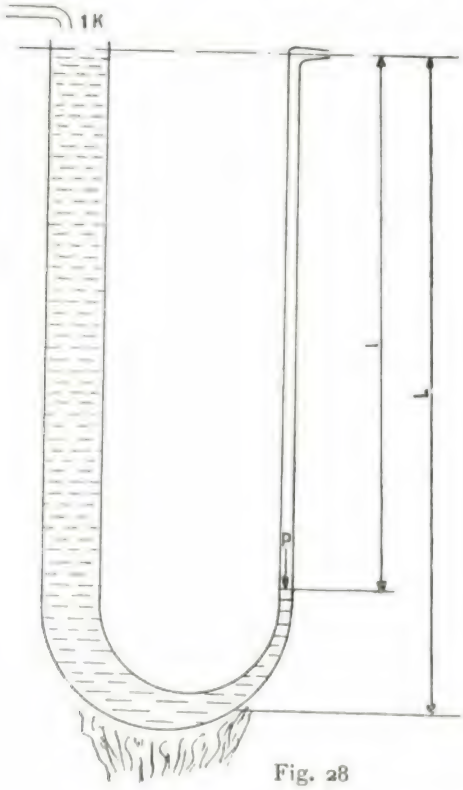


Fig. 28

expressão que me permite para um determinado valor de ω determinar para cada pressão qual o valor de l correspondente. A figura que se projecta mostra uma caldeira deste tipo que é claro não tem bomba de alimentação com as seguintes características:

Diametria na Periferia 710 mm.
Tubos estreitos 8 mm de diâmetros
Tubos largos 12 mm

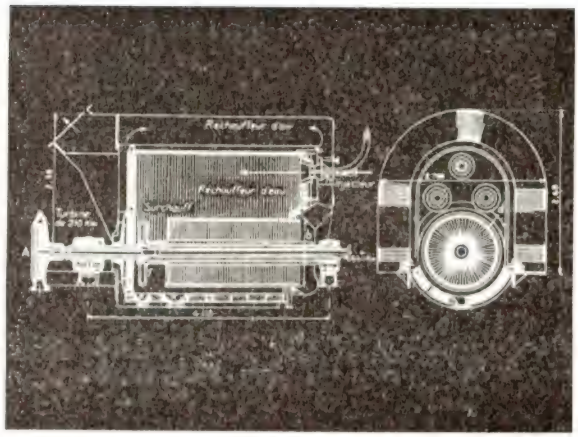


Fig. 29

Número da volta 2100
Pressão 120 k c/m²
Vapor sobreaquecido a 400°.
Potência produzida 850 kW das quais 200 kW são absorvidas na própria turbina.

Caldeira auto-bomba e turbina auto-condensador Hüttner

A caldeira é baseada nos mesmos princípios mas os tubos *U* formam a carcassa exterior de que a turbina e condensador oeupam o centro.

A caldeira e a turbina rodam assim em sentido contrário por reacção.

A figura junta mostra este tipo de caldeira.

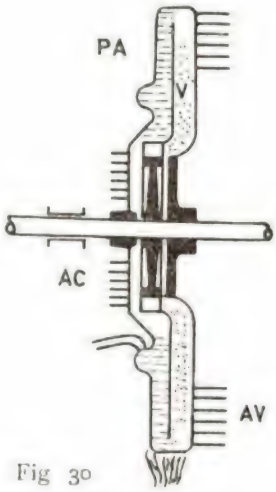


Fig 30

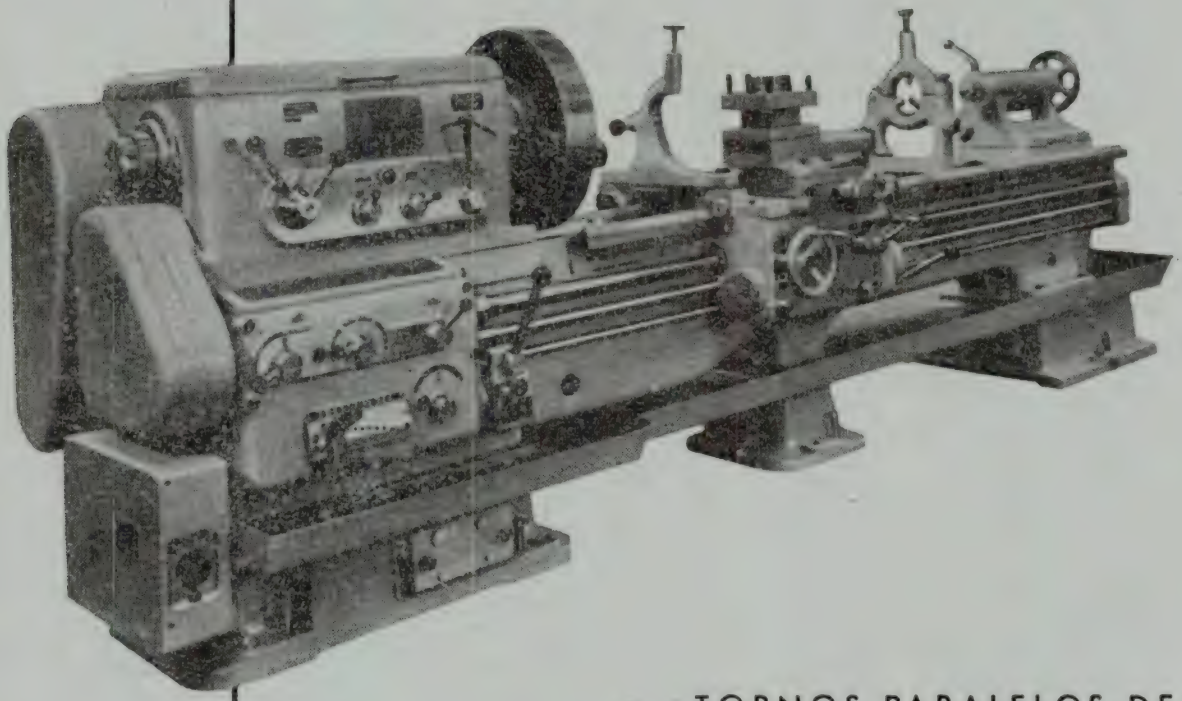
A E — Chegada da água de alimentação
P A — Ramo formando bomba de alimentação
V — Ramo vaporizador
A V — Cutelos de vaporização
A — Condensador
A C — Cutelos de condensação

Ficam assim dados os tipos mais representativos de toda uma gama de tendências todas ousadas e todas reveladoras de espírito altamente técnico na sua mais lata expressão.

SOCIEDADE COMERCIAL ROMAR

EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS

»TECHNOIMPEX«
BUDAPEST



TORNOS PARALELOS DE
1000, 2000 E 3000 m/m
DE DISTÂNCIA ENTRE PONTOS

HAVAS-L

MÁQUINAS — FERRAMENTAS
PARA ENTREGA IMEDIATA
NOS NOSSOS ARMAZÉNS

SOCIEDADE COMERCIAL ROMAR, LDA.

LISBOA—PORTO—LUANDA—L. MARQUES

FLUIDO E MASTIC

IMPERMEABILIZAÇÕES

TORNA TUDO ESTANQUE

Impermeabilização e vedação perfeita de:

Terraços, Empenas, Algerozes, Clarabóias, Paredes húmidas, Coberturas, Fendas, Juntas de dilatação, etc., etc.

Fácil aplicação — Elasticidade excepcional
Não endurece nem apodrece

ROOFATEX **À base de borracha + alumínio**

Reforça a acção impermeabilizante do «Rubio», dando às construções um aspecto agradável — Protege todos os materiais contra a humidade, a ferrugem e a corrosão

RUBIO E ROOFATEX dois produtos que se completam

Representante Exclusivo: *Orlando Fernandes*

Rua Palmira, 46-A-B-C — LISBOA-1 — Telefs. 83 01 63 - 84 26 39 — End. teleg. « ORFER »

ORGANIZAÇÃO DE ENGENHARIA
AO SERVIÇO DA INDÚSTRIA

ADJUDICATÁRIOS:

Quadro Geral do N/M Rita Maria

ELECTRO TÉCNICOS

ELECTROTÉCNICOS REUNIDOS, LDA.

LISBOA

C. D. U. 624.131.34 : 627.82
624.131.25

RECONHECIMENTO DE MACIÇOS ROCHOSOS, POR SONDAGENS, PARA O ESTUDO DAS FUNDAÇÕES DE BARRAGENS

J. LAGINHA SERAFIM
Investigador, Chefe de Serviço
F. MARQUES SEABRA
Engenheiro Estagiário
Laboratório Nacional de Engenharia Civil

1 — INTRODUÇÃO

1.1 — *Necessidade do reconhecimento de maciços rochosos, por meio de sondagens*

O incompleto reconhecimento do terreno de fundação de uma barragem conduz, quase sempre, a dificuldades imprevistas que, surgindo durante a execução da estrutura, ou até mesmo em mais adiantada fase construtiva, se vão traduzir em considerável aumento do custo da obra, quando não obrigam a alterações ou mesmo ao abandono do projecto inicial. O problema é de importância tanto maior, quanto maior é a envergadura da estrutura a construir.

Cita Lugeon, no seu livro «Barrages et Geologie», o significativo facto de, entre vinte e três acidentes verificados em barragens, até cerca de 1930, dezanove terem sido devidos a deficiência de fundações e apenas quatro a erros de cálculo ou de construção. Refere ainda alguns exemplos reveladores do impressionante volume de vítimas e de prejuízos causados por estes acidentes. Os desastres mais recentes têm continuado a demonstrar a importância das fundações na estabilidade destas estruturas.

Os reconhecimentos de fundações fazem-se pelo estudo geológico superficial do terreno, pela abertura de trincheiras e galerias, por sondagens e pela prospecção geofísica (em geral usando os métodos da resistividade eléctrica e o método sísmico).

Dos diferentes procedimentos a seguir para o reconhecimento de maciços rochosos destinados à fundação de uma barragem, é, sem dúvida, a perfuração por sondagens aquele que, em geral, mais elementos fornece. No entanto, como é evidente, a execução de sondagens não pode dispensar outros processos de reconhecimento, os quais podem contribuir, profundamente, para o conhecimento de determinados factores ou dar esclarecimentos de pormenor. É o caso, por exemplo, da abertura de trincheiras e galerias, no que se refere ao aspecto geológico-estrutural da região.

1.2 — *Elementos que se podem obter das sondagens*

Passemos em revista as principais indicações fornecidas por uma criteriosa campanhá de sondagens.

a) Indicações sobre a estratigrafia ou alternância de várias qualidades e tipos de rochas.

Neste ponto, as sondagens completam os conhecimentos obtidos pela observação superficial do terreno e pelas prospecções por trincheiras e galerias, permitindo tirar conclusões quanto à distribuição e constituição das formações litológicas, suas inclinações, posição de intrusões e filões, etc.

Este reconhecimento directo estende-se assim, em profundidade, interessando um grande volume de formações rochosas, o que seria impossível de conseguir com galerias apenas. Tal conhecimento faz-se pela análise dos tarolos das sondagens devidamente colocados em caixas com indicação das profundidades a que foram extraídos. Recentemente, tanto o Corpo de Engenheiros do Exército Americano como a «Hydroelectric Power Comission of Ontário», no Canadá, construíram, com êxito, aparelhos fotográficos para introduzir nos furos, capazes de esclarecer pormenores geológi-

cos da parede desses furos. Ainda mais recentemente, têm sido adaptados na Europa, para o mesmo efeito, aparelhos de televisão industrial com os quais se podem ver, com nitidez, as paredes dos furos.

b) Indicações sobre a existência de falhas, diaclases e zonas de alteração.

As sondagens dão-nos a conhecer a evolução destes acidentes em profundidade, precisam a sua localização e extensão e, no que respeita a falhas, permitem reconhecer a sua inclinação e a espessura da sua caixa, factores estes que podem ser de elevada importância para a estabilidade de uma barragem e que nem sempre se podem avaliar com exactidão pelo exame geológico da superfície do terreno.

Tal reconhecimento é feito também pela observação dos tarolos, pela sua ausência, pelas indicações obtidas pelo sondador durante a execução das sondagens, ou ainda pela observação das paredes dos furos, por fotografias ou pela televisão.

c) Determinações da permeabilidade e da injectabilidade do maciço em estudo.

Adiante, nos referiremos, em particular, a cada um destes dois pontos.

d) Amostragem da rocha.

As sondagens dão a possibilidade de obter amostras de rocha em tarolos representativos das diferentes camadas ou dos diferentes estados de alteração do maciço, sobre os quais se poderão levar a efeito ensaios petrográficos e de determinação das propriedades mecânicas do terreno representado.

2 — TIPOS DE SONDAGENS PARA MACIÇOS ROCHOSOS.

Em sondagens de reconhecimento, os métodos que mais interesse têm são precisamente os que permitem obter amostras do terreno, sob a forma de tarolos cilíndricos, quanto possível no seu estado de jazida natural. Tal consegue-se com o emprego de sondas rotativas, em que a ferramenta de corte tem a forma de uma coroa. Em esquema, é esta coroa que, animada de movimento de rotação, provoca o desgaste da rocha, penetrando nela. No interior da peça tubular que antecede a coroa e é independente do movimento desta, vai ficando o cilindro de terreno cortado, ou tarolo. Os resíduos de corte são arrastados para a superfície por uma corrente de água que se faz circular, no interior do furo, mantendo constantemente arrefecida a ferramenta de corte.

Na furação de terrenos rochosos com obtenção de tarolos, podem ser usadas coroas de aço e grenalha, coroas equipadas de prismas de metais ou ligas duras e coroas de diamantes.

Na perfuração com grenalha, o desgaste da rocha consegue-se pela acção de grenalha de aço que é obrigada a movimentar-se contra a rocha e, portanto, trabalha como um abrasivo. O elemento rotativo que transmite o movimento à grenalha é uma simples coroa cilíndrica de aço. A grenalha apresenta-se sob a forma de grãos sensìvelmente esféricos, de 1,5 a 4 mm de diâmetro, devendo-se utilizar grãos tanto mais finos quanto mais duro é o terreno a furar. O consumo de grenalha varia de 1 a 4 kg por metro de avanço, em terreno homogéneo. A pressão sobre a coroa, a velocidade de rotação e o caudal de água de circulação devem ser regulados com precisão, para se obter um bom rendimento. É aconselhável a utilização de um caudal de circulação fraco, da ordem de 1 m^3/h (*). Com este processo de furação, os tarolos obtidos apresentam superfícies muito irregulares e o seu diâmetro é muito inferior ao diâmetro interior da coroa. A economia do processo leva a adoptá-lo, quase exclusivamente, para diâmetros muito grandes (até 1,50 m). A inclinação dos furos não pode ultrapassar 30 % em relação à vertical.

Na perfuração com prismas de metal duro, a ferramenta de corte é uma coroa cilíndrica de aço macio em cuja secção são incrustados os pequenos prismas, em geral de forma hexagonal, de 4 a 8 mm de diâmetro e cerca de 30 mm de comprimento. Os prismas são talhados no topo cortante com um ângulo de ataque adaptado às condições de trabalho e provocam o desgaste da rocha por movimento de rotação, de velocidades oscilando entre largos limites, podendo ir até 900 r. p. m..

O tipo de coroa mais empregado em sondagens de reconhecimento é, no entanto, a coroa de diamantes. São igualmente coroas cilíndricas,

(*) — A velocidade de rotação óptima é função do diâmetro do furo de sonda, pois é a velocidade periférica da coroa de aço que, directamente, afecta o rendimento.

mas em que na face de desgaste são incrustados diamantes industriais. A velocidade de avanço de furação, com este equipamento, aumenta com a velocidade de rotação. Ensaios realizados por Sundberg e Lindquist mostraram que, para granitos duros sem fissuração, o máximo rendimento de furação se atinge com velocidades da ordem dos 740 a 1000 r. p. m., correspondendo à velocidade de 1000 r. p. m. o mínimo consumo de diamantes. A experiência na Península Ibérica mostra que, para os granitos que aqui ocorrem, já as velocidades de rotação mais económicas não são tão elevadas, o que se pode explicar pela diferente fendilhação destas rochas. Para um bom rendimento, a pressão exercida pela coroa deve estar, para cada tipo de terreno, relacionada com a velocidade de rotação, de modo a conseguir-se o ângulo de ataque mais adequado a esse terreno. Este ângulo de ataque deverá ser tanto mais elevado quanto mais dura é a rocha. A velocidade e pressão dependem ainda do tipo de coroa de diamantes.

Qualquer dos processos de furação permite obter tarolos de rocha, desde que se utilizem coroas tubulares. A experiência mostra, contudo, que, para um mesmo tipo de terreno, a melhor percentagem de amostras é obtida com as coroas de diamantes, correspondendo à furação com grenalha a pior percentagem. A furação com coroas equipadas com prismas de metais duros dá um resultado intermédio, excelente mesmo, para certos casos. A furação com sondas rotativas equipadas de coroas de diamantes é considerada a mais económica de entre as que permitem obter amostras de rocha em boas condições.

Em terrenos de difícil amostragem só as brocas de diamantes devem ser usadas. Neste caso, as características do porta-testemunho que retém a amostra, a velocidade de rotação, a pressão e o caudal da água circulante, deverão ser escolhidos pelo sondador com o objectivo da maior percentagem de tarolo, ainda que piorando o rendimento da perfuração.

As sondas modernas, quando equipadas com coroas de prismas ou de diamantes, permitem a execução de furos com qualquer inclinação.

3 — LOCALIZAÇÃO E ORIENTAÇÃO DAS SONDAGENS

É impossível estabelecer, à priori, qualquer directriz que permita definir o número, localização e orientação das sondagens a executar no reconhecimento do terreno de fundação de uma barragem. A densidade das sondagens e a orientação a dar a cada uma delas será uma consequência, em cada caso particular, das condições geológicas e topográficas do vale em estudo e do tipo da obra. É, no entanto, indispensável, que, ao longo do perfil transversal, sejam exploradas convenientemente as suas zonas típicas: fundo do vale, meia encosta, apoio dos encontros. Não se deverá também descurar a prospecção de uns ou outros pontos para montante e para jusante da obra, ao longo do rio. Os planos de sondagens deverão ser sempre estabelecidos com uma certa largueza, porquanto o capital dispendido com as sondagens será sobejamente compensado pela economia resultante para as fundações e tratamentos de impermeabilização e pela segurança de um trabalho consciente. Lugeon considera prudente que, para rios com largura superior a 30 m, as sondagens de, pelo menos, uma das linhas transversais sejam distanciadas de cerca de 3 m. Parece-nos, contudo, que esta densidade de furação é muito exagerada e que, muito raramente, se reconhecerá necessário recorrer a ela.

Quando as formações rochosas se dispõem em camadas mais ou menos inclinadas, reconhece-se mais económico executar as sondagens segundo direcções normais a essas camadas, o que permite, para um mesmo comprimento de furação, atravessar um maior número de camadas. De igual modo, em relação a um terreno diaclasado, é aconselhável que as sondagens cortem o maior número possível de diaclases, não se devendo nunca dar a todas elas inclinações próximas das de qualquer dos planos de diaclasamento local, para que não se corra o risco de, durante a furação, se apanhar um desses planos, o que inutilizaria o que se pretende da sondagem. Se no local fôr reconhecido algum acidente importante, — falha, filão, etc. — convirá orientar um certo número de sondagens de modo a intersectarem esses acidentes, permitindo assim uma definição precisa do seu desenvolvimento em profundidade, da sua espessura, inclinação, etc.

Dum modo geral, é sempre aconselhável fazer furos verticais e inclinados no fundo do vale, cruzando-se duma para outra margem, a fim de verificar a possível existência de qualquer acidente tectónico no talvegue.

As sondagens nas margens devem ser incli-

nadas para o interior do maciço, a menos que a presença de acidentes ou outros pormenores geológicos aconselhem a fazê-las verticais ou com a mesma inclinação da vertente.

Em certos casos, é necessário verificar a verticalidade ou a inclinação das sondagens, o que pode ser feito utilizando aparelhos fotográficos ou eléctricos apropriados ou mesmo frascos com ácido clorídrico que se deixam a diferentes profundidades.

Devem, em regra, ser feitas sondagens iniciando-as a cotas mais altas que a barragem, para reconhecer as zonas dos encontros que muitas vezes são as mais deficientes.

4 — PROFUNDIDADE DAS SONDAGENS

Este ponto é, sem dúvida, um dos mais importantes. Sob este aspecto, para além do esclarecimento puramente geológico e mecânico, há a necessidade de estudar convenientemente o problema das infiltrações e dos tratamentos impermeabilizantes da fundação. Uma sondagem indevidamente dada por terminada, só pelo facto de se terem considerado suficientes as informações de carácter geológico, pode deixar desconhecidos certos elementos essenciais para o julgamento das características do maciço rochoso ou para o projecto e estimativa de custo dos tratamentos necessários.

São dois os principais critérios seguidos para o estabelecimento das profundidades das sondagens :

— critério americano, ou da altura da barragem
— critério europeu de Lugeon, ou da permeabilidade.

O primeiro critério faz depender a profundidade das sondagens da altura da barragem. Preconiza este critério que se sonde até uma profundidade tal que o gradiente das pressões intersticiais da água infiltrada no terreno seja reduzido a valores baixos se a água tiver de percolar ao longo duma cortina com essa profundidade. Tal profundidade pode ser considerada da ordem de 0,8 a 1,0 vezes a altura da barragem.

O segundo critério, apresentado por Lugeon, faz depender a profundidade das sondagens da permeabilidade dos terrenos atravessados. Assim, para o estudo das fundações de barragens com altura superior a 30 m, Lugeon aconselha a prolongar as sondagens, até uma zona em que a absorção de água pela rocha não exceda, durante dez minutos, um litro por minuto e por metro linear, sob uma pressão de 10 $kgcm^{-2}$. Para barragens de altura inferior a 30 m, considera-se aceitável parar as sondagens em terrenos com permeabilidade da ordem dos 3 litros por minuto e por metro, sob as mesmas condições, fazendo-se notar, no entanto, ser preferível prolongá-las até se obter permeabilidade de 1 litro por minuto e por metro.

Analisando os dois critérios, constata-se que o critério americano não atende à possibilidade da existência de quaisquer pontos singulares, para os quais, abaixo dessa profundidade, as infiltrações sejam ainda importantes, permitindo assim a instalação de subpressões perigosas, apesar da existência de uma cortina de impermeabilização.

O critério de Lugeon, por outro lado, faz suspender as sondagens logo que as infiltrações são consideradas suficientemente pequenas, podendo, no entanto, haver por debaixo dessa zona impermeável uma outra bastante permeável.

Note-se que, para certos tipos de terreno, a profundidade em que se atinge a impermeabilidade de Lugeon é, por vezes, reduzida. Desse modo, ficando o terreno reconhecido apenas nos primeiros metros, os elementos de que se dispõe para se ajuizar do custo da totalidade da cortina estanque, e da possibilidade de surgir durante a sua execução qualquer problema, são insuficientes, o que não raramente traz sérias complicações.

Parece-nos pois acertado que, no respeitante à profundidade a atingir pelas sondagens destinadas ao reconhecimento das fundações de barragens, seja seguido um critério duplo, que concilie os dois atrás expostos.

Assim, pelo menos, parte das sondagens deverá, em princípio, descer até uma profundidade mínima igual a 0,8 vezes a altura da barragem, devendo ser continuadas se, para esta profundidade, a permeabilibade medida em ensaios, com a duração de 10 minutos, exceder 1 litro por minuto e por metro, sob uma pressão de 10 $kgcm^{-2}$, à boca do furo. As sondagens serão então prolongadas, em princípio, até se encontrar aquele valor da permeabilidade.

5 — ALGUMAS NORMAS A SEGUIR NAS SONDAGENS

Embora o êxito de uma sondagem em formações rochosas dependa, acima de tudo, da perícia do sondador em manter adaptadas ao terreno que está furando a velocidade de rotação, a pressão de água circulante de lavagem e a pressão da coroa sobre o terreno, vamos indicar, neste capítulo, uma série de normas, relativas a diversos pontos da operação de sondagem, que deverão ser seguidas, durante a sua execução.

a) Um dos elementos que é conveniente tomar-se em conta é a velocidade de avanço de furação. Esta velocidade, traduzindo a resistência ao avanço do furo, permite ter uma primeira ideia da mudança de natureza das camadas que se está atravessando. É, por isso, vantajosa, em princípio, a utilização de sondas de avanço independente, em que o sondador pode «sentir» a resistência oposta pelo terreno e, por conseguinte, ir adaptando a essa resistência a pressão sobre a coroa, buscando a velocidade de avanço óptima para cada circunstância.

b) Ao sondador deve ser dada indicação para que, durante a furação, faça recolhas dos detritos contidos na água de lavagem do furo, para análise do material arrastado. Estas recolhas poderão, em princípio, ser feitas de 5 em 5 metros, e sempre que a água de circulação mude de cor ou cada vez que a coroa encontre menor resistência. Com este procedimento é possível obterem-se indicações de terrenos que, pela sua natureza muito alterada ou finamente fissurada, não dariam qualquer tarolo. É particularmente importante que não seja descurada a recolha destas amostras na água de lavagem, sempre que seja possível detectar-se o atravessamento de uma falha ou diaclasse importante. A análise do material residual de enchimento dessas falhas ou diaclases, que será arrastado pelas águas, pode ser um precioso elemento para o estudo desses acidentes. O mesmo se diz em relação a sondagens efectuadas em terrenos injectados. Não só os tarolos com intercalações de calda endurecida mas também o não reconhecimento de argila na água de lavagem da sonda são elementos preciosos para se assegurar que o tratamento foi eficiente.

c) Além dos avanços, deverão ser registados pelo sondador todos os factos que possam ter interesse para reconhecimento das camadas e acidentes atravessados. Assim, a cor da água de lavagem, a descida brusca da coroa, a prisão da coroa, as perdas de água anormais, a existência de águas artesianas, o assoreamento do furo, etc., são elementos cujo registo é da máxima conveniência.

d) Para reduzir, tanto quanto possível, a percentagem de tarolos partidos, deverá ser posto o máximo cuidado na operação de retirar o tarolo uma vez utilizado todo o comprimento do retentor de amostras. O êxito desta operação depende, muito especialmente, da perícia do sondador. Um dos primeiros métodos para proceder a esta extracção consiste em, uma vez suspensa a circulação da água, encher o espaço livre entre a base do tarolo e a coroa, com material grosseiro. A coroa adere à base da amostra, por atrito, sendo então suficiente imprimir-lhe uma pequena rotação, para que o tarolo fique sujeito a um esforço de torção que o rompe na base, podendo ser então retirado. Modernamente, o equipamento de sondagens conta com retentores de amostras, e com dispositivos especiais de forma cónica, que apertam o tarolo cortado quando a ferramenta é içada para fora do furo.

e) São de valor reduzido as sondagens que apresentarem tarolos gastos nos topos, por rotação. Quando tal ocorra deverão adoptar-se meios que evitem o seu aparecimento, tais como a utilização de brocas de maior diâmetro e os tubos porta-amostras duplos. A existência de topos rodados revela uma sondagem executada em más condições, na qual, por deficiente técnica de perfuração, certos troços destas obstruiram a coroa, transformando-a assim em coroa plana e dando, portanto, origem a que o tarolo blocado e o seguinte se desgastassem recìprocamente nos topos. Este desgaste diminui a percentagem de amostras obtidas, podendo

portanto dar origem a falsas informações quanto à natureza da rocha. Quanto mais dura é a rocha a sondar menos se devem admitir os tarolos com topos rodados. Para as rochas brandas tais tarolos poderão ser aceites, mas sempre com reservas. Um sondador atento apercebe-se fàcilmente da obstrução da coroa (rolhamento do tarolo), devendo, nesse caso, interromper imediatamente a furação e extrair a ferramenta.

f) Dever-se-á abandonar a sondagem em que os tarolos apareçam cortados longitudinalmente numa extensão superior a 1 ou 2 metros. Este facto é indício de que o furo apanhou alguma diaclase estando então a coroa a trabalhar em condições precárias com prejuízo para o material de sondagem e para a obtenção de amostras. A sondagem deverá ser então abandonada, sendo substituída por outra com inclinação diferente.

g) Os tarolos serão arquivados em caixas especiais divididas em compartimentos estreitos onde as amostras serão arrumadas segundo a ordem da sua extracção do furo. As profundidades inicial e final de cada série de tarolos deverão ser anotadas de forma indelével na caixa e no último tarolo de cada série. Designamos por série o conjunto de tarolos obtidos em cada operação de subida das varas para extracção das amostras.

h) A relação entre o comprimento total dos tarolos obtidos e o comprimento sondado, expresso em percentagem, é designado por percentagem de amostra. Como, em geral esta percentagem não é uniforme ao longo de todo o furo, deverá este valor ser determinado por pequenos troços, a menos que os tarolos inteiros sejam longos ou haja completa continuidade entre eles. Uma rocha de boa qualidade, quando bem sondada, fornece altas percentagens de amostras, que muitas vezes atingem os 100 %.

A percentagem de tarolos dá, quando a sondagem tiver sido convenientemente orientada, uma boa medida da qualidade da rocha no aspecto de resistência e também de deformabilidade. Completará esta informação o número de bocados de tarolo que constituem cada série.

6 — ENSAIOS DE PERMEABILIDADE

Permitem as sondagens a realização de ensaios de permeabilidade da rocha, indispensáveis para o estudo do tratamento, realizado, em regra, por injecções de cimento, da fundação de uma barragem e o estabelecimento do projecto de cortinas impermeabilizantes.

Estes ensaios são executados injectando água sob pressão nos furos de sonda e medindo a quantidade absorvida num determinado intervalo de tempo. O furo é tapado por obturadores especiais que podem ser constituídos por anéis de sola embutidos ou por anéis de borracha que fazem a vedação contra as paredes de furo, impedindo a subida da água.

Estes ensaios de permeabilidade deverão ser feitos à medida que a furação avança, para troços de não mais de 5 metros de comprimento. Assim se obtêm as características de permeabilidade para as diferentes zonas do terreno atravessado, em vez de uma permeabilidade média do furo, que pouco ou nenhum interesse possue.

Para a realização destes ensaios por troços não se considera necessária a determinação da permeabilidade nos três a cinco metros iniciais, pois eles correspondem, quase sempre, à rocha superficial muito decomposta e fracturada que, em geral, é retirada nas escavações. Além disso, o obturador teria de ficar muito à superfície, o que tornaria quase impossível uma boa vedação. Deste modo, furam-se os primeiros 10 metros, coloca-se o obturador à profundidade de 5 metros e ensaia-se o troço entre os 5 e os 10 metros de profundidade. Assim se prossegue até ao fim da sondagem, operando sempre por troços de 5 metros.

Em cada troço, o coeficiente de absorção — quantidade de água absorvida, por minuto e por metro linear de furo — deve ser determinado, pelo menos, para duas pressões de injecção. Assim, deve-se realizar uma primeira determinação, durante 10 minutos, mantendo a pressão da água em 5 $kgcm^{-2}$; realizar-se-á, em seguida, uma segunda determinação, também durante 10 minutos, mas subindo a pressão para 10 $kgcm^{-2}$, realizando-se, finalmente, novo ensaio a 5 $kgcm^{-2}$. Esta pressão é medida à boca do furo, pois que, em geral, se desconhece a posição do nível freático. Note-se que, em certos casos, a perda de água é tal que não se consegue subir a pres-

são até estes valores. Deve então ser anotada a perda de água para a pressão máxima que for possível, devendo procurar-se que as duas pressões de ensaio sejam bem diferenciadas (proporção 1/2).

Quando a profundidade da sondagem for determinada pelo critério de Lugeon, é de boa norma, depois de se haver obtido, num troço de 5 metros, uma permeabilidade igual ou inferior a 1 litro por metro e por minuto (em ensaios de 10 minutos, à pressão de 10 $kgcm^{-2}$), prolongar a sondagem por mais 2 ou 3 metros e realizar novo ensaio de confirmação, antes de a abandonar.

Deve ser analisada a variação da absorção de água com a variação de pressão. A permeabilidade será classificada segundo essa lei de variação, o que permitirá tirar algumas conclusões quanto à natureza do terreno e ao tipo de vazios e materiais de enchimento e, consequentemente, estudar o tratamento a efectuar (distância dos furos, natureza e concentração das caldas, pressão da injecção, etc.). Serão considerados dois tipos de permeabilidade:

— *Permeabilidade em grande* — quando as absorções variam proporcionalmente à raiz quadrada das pressões de ensaio — fórmula de Chezy ($a = C.\sqrt{p}$), correspondente ao regime turbulento. Neste caso, o escoamento deve dar-se através de fendas limpas.

— *Permeabilidade em pequeno* — quando as absorções variam linearmente com as pressões de ensaio — fórmula de Darcy ($a = C.p$); regime laminar. É o caso do escoamento através de terrenos filtrantes, o que indica haver fendas preenchidas por material detrítico, ou zonas de intensa caulinização, ou ainda terreno de muito fina fissuração.

Podem ainda verificar-se crescimentos anormais das absorções com as pressões, o que deverá ser atribuída a qualquer imperfeição da obturação, abertura elástica das fendas, sob a acção da pressão de água, arrastamento de materiais que enchiam as fendas, etc. A terceira determinação da absorção, à pressão da primeira, permitirá distinguir entre a abertura elástica das fendas e o arrastamento dos materiais de preenchimento.

Também se pode verificar uma diminuição da perda de água à medida que decorre o ensaio e mesmo com a subida da pressão. Isso quer dizer, em geral, que os vazios vão sendo colmatados pelos materiais arrastados existentes junto ao furo.

Os resultados dos ensaios de permeabilidade devem ser registados e traduzidos com clareza, por gráficos, em correspondência com as percentagens de tarolo dos diferentes troços, e as profundidades destes. Dos gráficos de permeabilidade constarão os coeficientes de absorção, expressos em litros por minuto e por metro, e as respectivas pressões de ensaio. É usual, considerar-se uma tolerância de $\pm$ 10 %, na avaliação dos resultados dos ensaios de permeabilidade.

7 — ENSAIOS DE INJECTABILIDADE. IMPERMEABILIZAÇÃO

Em relação a certos locais, aproveitando os furo de sondagem, há toda a conveniência em realizar ensaios de injectabilidade da rocha, depois dos de permeabilidade, e em correspondência com estes. Estes ensaios permitem-nos ajuizar, em primeiro lugar, o volume de vazios existentes e seu tipo e, em segundo lugar, a forma como deve ser conduzido e qual o custo do tratamento de impermeabilização da fundação, por injecções de cimento ou outros produtos. O tratamento de impermeabilização de um subsolo consiste em torná-lo pràticamente estanque, por colmatação das suas fendas, ou simplesmente em alongar o percurso das circulações subterrâneas, consideradas perigosas pelas subpressões que originam, provocando com esse aumento de percurso a redução do gradiente de pressões a um mínimo admissível.

Os ensaios de injectabilidade consistem em injectar, sob pressão, calda de cimento ou de outros produtos, num furo de sondagem, registando as quantidades absorvidas e as pressões da injecção e sua variação durante a operação. Durante a realização dos ensaios de injectabilidade, deverão ser registadas as dosagens das caldas utilizadas, as quantidades absorvidas, as pressões de ensaio, e o tempo durante o qual foram mantidas essas pressões.

Para pressão máxima de ensaio, Lugeon, preconiza cerca de 40 $kgcm^{-2}$.

Por vezes, para terrenos muito fracturados, torna-se impossível atingir as pressões máximas com caldas muito fracas. Convirá então aumentar a dosagem, mas tomando as devidas precauções para evitar que esta calda, por mais espessa, colmate apenas as fendas largas, sem colmatar as mais estreitas. Aconselha-se, neste caso, um procedimento por fases, que consiste em ir aumentando gradualmente as dosagens das caldas, utilizando pressões de injecção também crescentes.

De um modo geral, as injecções iniciam-se com caldas muito fracas que, se necessário, serão aumentadas, em dosagem, até às vizinhanças da nega — colmatação à pressão máxima pré-fixada, que convém não ser brusca. É então aconselhável que se reduza a dosagem, tentando-se, de novo, algumas caldas fracas.

Dois ou três dias depois da realização do ensaio de injectabilidade de um furo, dever se-á reperfurá-lo, repetindo-se então os ensaios de permeabilidade. A comparação dos coeficientes de absorção determinados nestes ensaios, com os determinados antes da injecção de furo, permite avaliar da eficácia de tratamento, no que respeita à impermeabilização do maciço.

RECONHECIMENTO DE MACIÇOS ROCHOSOS, POR SONDAGENS, PARA O ESTUDO DAS FUNDAÇÕES DE BARRAGENS

SUMÁRIO

Mostra-se a necessidade das sondagens para o reconhecimento de maciços rochosos de locais de barragem, indicando as informações que se podem obter por meio dessas prospecções.

São descritos, sumàriamente, os principais tipos de sondas rotativas que permitem a obtenção de amostras de terreno, referindo-se, para cada um deles, as respectivas velocidades de rotação e principais condições de trabalho. Apresentam-se, em seguida, algumas normas para localização e orientação das sondagens e sua profundidade, discutindo, a este respeito, os dois critérios habituais.

Apresentam-se, finalmente, alguns princípios a seguir nos ensaios de permeabilidade e nos ensaios de injectabilidade de maciços rochosos.

RECONAISSANCE DES MASSIFS ROCHEUX AU MOYEN DE SONDAGE DANS L'ETUDE DES FONDATIONS DES BARRAGES

RÉSUMÉ

On démontre le besoin des sondages dans la reconnaissance des massifs rocheux des sites des barrages et on indique les renseignements que l'on peut obtenir moyennant ces méthodes. On décrit brièvement les principaux types de sondeuse à carottage au moyen desquelles on peut prélever des échantillons du terrain. Les vitesses de rotation et les conditions de travail principales sont indiquées pour chaque type. On présente ensuit des règles concernant le placement et l'orientation des sondages et leur profondeur, les deux critères habituelement employés étant discutés à cet égard.

On présente, enfin, les principes à suivre dans les essais de perméabilité et d'injectabilité des massifs rocheux.

DRILLING EXPLORATION OF ROCK MASSES IN THE STUDY OF FOUNDATIONS OF DAMS

SUMMARY

The need for exploration borings of rock masses in dam sites is shown, the data that can be obtained by these means being indicated. The main types of core drill rigs by means of which soil samples can be obtained are briefly described, the velocity of rotation and the chief operation details of each type being mentioned. Rules for location and orientation of borings and their depth are presented and the two usual criteria used in this connection are discussed.

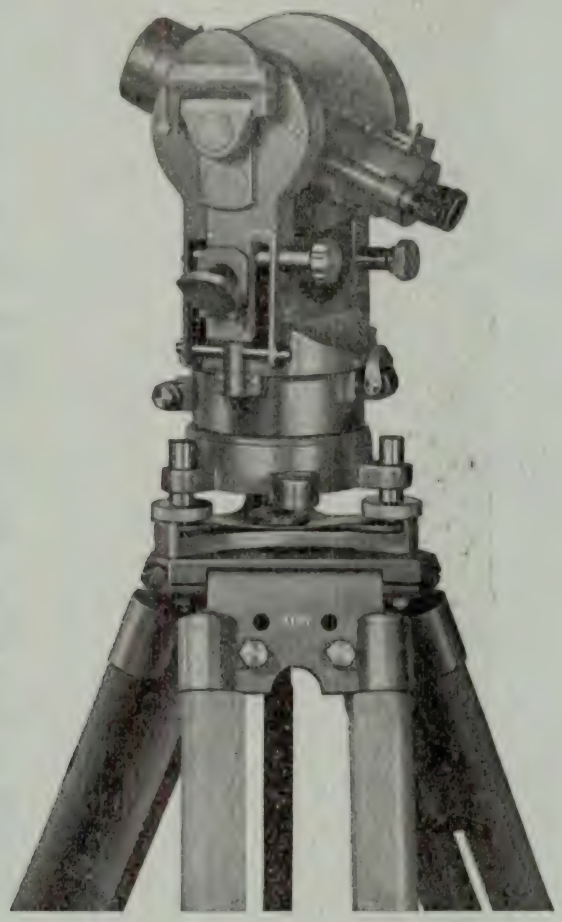
Finally some principles to be followed in permeability and grouting tests of rock masses are presented.

TAQUEÓMETRO AUTOREDUTOR RDS

PARA MIRA VERTICAL COM BASE EXTENSÍVEL

Especialmente apropriado para levantamentos de terrenos acidentados e com muitos detalhes

WILD
HEERBRUGG



PRECISÃO DE MEDIDA

das distâncias : 10 a 20 cm em 100 m
dos desníveis : 5 a 20 cm em 100 m

RETÍCULO COM 3 CURVAS :

Inferior — Círculo de Base
Média — Traço Altimétrico
Superior — Traço Estadimétrico

Imagem directa (não invertida) com campo de observação livre e sem obstáculos

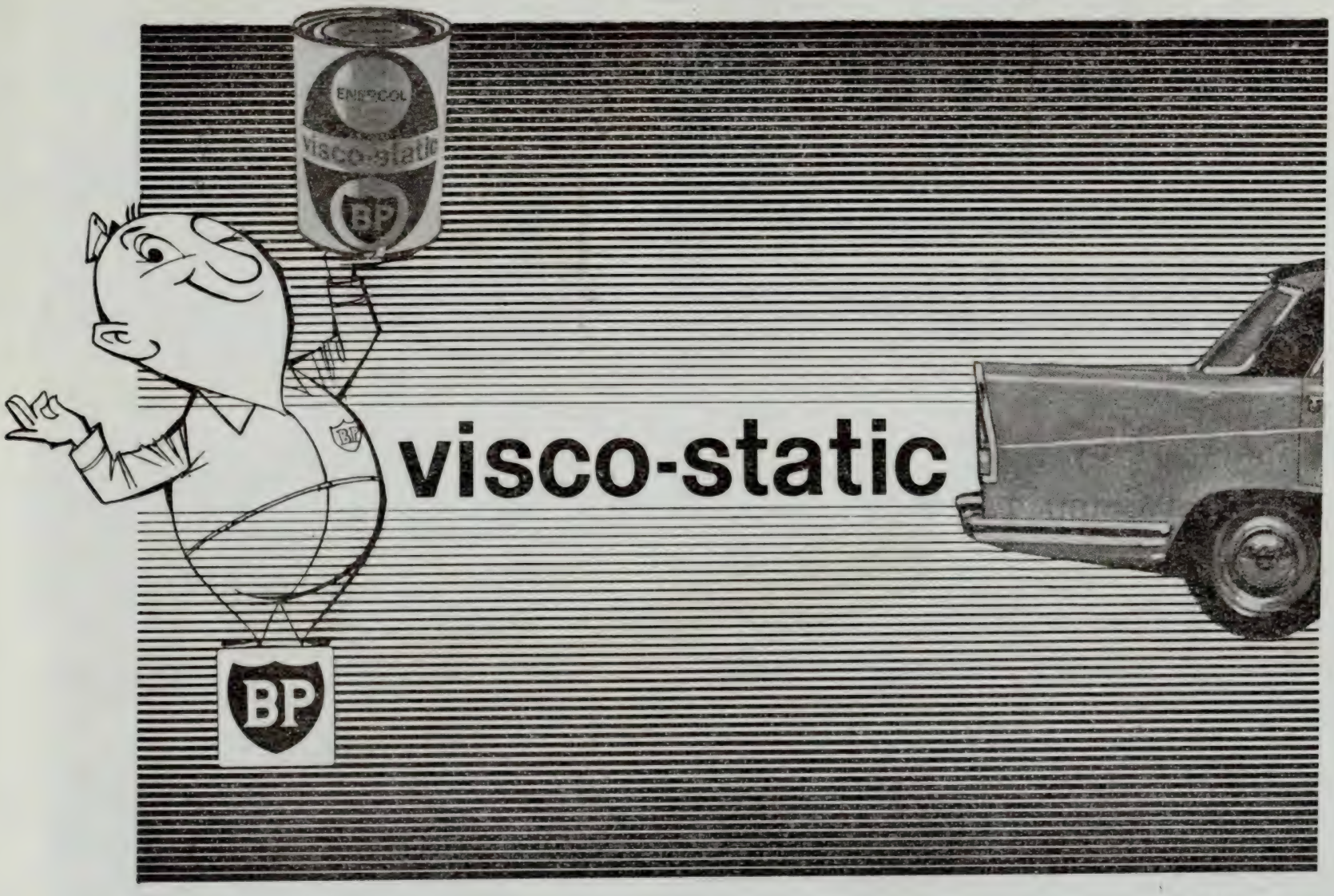
Bengala de prumo adaptável ao tripé com escala para leitura da altura do tripé

Solicitem catálogo ou demonstração aos

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS

WILD PORTUGAL, LDA.

PRAÇA DAS ÁGUAS LIVRES, 8, S/L 6
LISBOA-2 — TELEF. 68 11 27



ARRANQUE IMEDIATO
MELHORES REPRISES
MAIOR PROTECÇÃO

C. D. U. 627.341.3

DUQUES DE ALBA ELÁSTICOS

Algumas notas para orientação da sua escolha e cálculo

PELO ENG.º CIVIL (I. S. T.) ANTÓNIO GUEDES DE CAMPOS
Da Direcção dos Serviços Hidráulicos do Ministério do Ultramar
Diplomado pelo International Course in Hydraulic Engineering — Delft, Holanda

RESUMO

Este trabalho tem por objecto reduzir ao que se crê ser a máxima simplificação o cálculo e a consequente escolha, segundo um critério económico, dos Duques de Alba elásticos.

Para esta finalidade: dividem-se os Duques de Alba elásticos em 3 tipos distintos; por meio de algumas hipóteses simplificadoras, admissíveis na prática e para efeitos de ante-projecto, reduzem-se as condições de resistência dos mesmos a uma só equação, função do calado h *do máximo navio que é suposto poder atracar à estrutura ou com ela chocar; consideram-se hipóteses de solicitação estática e dinâmica, igualmente em dependência apenas daquele calado* h *; e procede-se, por fim, à escolha do perfil mais económico, de acordo com o critério que se baseia em considerar uma estrutura tanto menos onerosa quanto menor é o seu peso total em aço (para comparação dos vários perfis entre si e selecção dos mais económicos supõe-se que todos eles são de aço St 52).*

Deste modo, atinge-se finalmente uma tabela que, a partir do calado h *e do tipo de solicitação a que a estrutura está submetida por força das funções que desempenha e dos condicionamentos exteriores que a envolvem, nos fornece directamente o Duque de Alba mais económico.*

SUMÁRIO

Notações Adoptadas — Unidades

1. *Tipos de Duques de Alba*
   - 1.1. Classificação
   - 1.2. Características intrínsecas
   - 1.3. Características extrínsecas
     - Vento
     - Acostagem
2. *Tipos de Duques de Alba Elásticos*
   - 2.1. Generalidades
   - 2.2. Tipos de secções adoptadas
   - 2.3. Obtenção de Duques de Alba de igual resistência
   - 2.4. Equações gerais de cálculo de Duques de Alba elásticos
     - 2.4.1. Condições de resistência
     - 2.4.2. Condições de economia
     - 2.4.3. Condições de solicitação
     - 2.4.4. Resumo das equações gerais de cálculo
   - 2.5. Expressões das equações gerais de cálculo para as várias hipóteses de solicitação
     - 2.5.1. Solicitações simples
     - 2.5.2. Solicitações compostas não simultâneas
     - 2.5.3. Solicitações compostas simultâneas
   - 2.6. Quadro das equações resolventes
3. *Tabelas de perfis*
4. *Duques de Alba mais eficientes*
5. *Crítica final*

NOTAÇÕES ADOPTADAS — UNIDADES

Em tudo o que se segue observam-se as seguintes notações e unidades:

D. A.	Duque de Alba
D. A. L.	» » » Larssen
D. A. P.	» » » Peine
D. A. M.	» » » Mannesmann

F	força actuante sobre o D. A. (em *t*)
F_s	força actuante sobre o D. A. proveniente da solicitação estática
F_d	força actuante sobre o D. A. proveniente da solicitação dinâmica
H	energia de deformação do D. A. proveniente da solicitação dinâmica (em *t.m.*)
F_o H_o	força ou energia provenientes de solicitação segundo um eixo central principal de inércia
F_α H_α	força ou energia provenientes de solicitação fazendo um ângulo α com o eixo central principal de inércia atrás referido
h	calado máximo que pode atracar ao D. A. (em *m*)
L	altura de encastramento do D. A., medida desde o nível a que a solicitação actua
W	módulo de resistência (em cm^3)
I	momento de inércia
n	número de perfis simples que constituem o D. A.
v	distância à fibra neutra do ponto mais afastado da secção (em *cm*)
σ_e	tensão limite de elasticidade, definida para o aço St 52 como 36.000 t/m2
e_s	eficiência estática do D. A. (em *cm*)
e_d	eficiência dinâmica do D.A. (número abstracto)

Nota prévia

Torna-se impossível extrair conclusões de carácter geral no estudo de qualquer matéria se dela não elaborarmos, em prévia atitude necessária, um esquema global e disciplinador, na intenção de construir, com sacrifício do pormenor mas em benefício da síntese, as ideias clarificadoras e básicas que hão-de servir de premissas a essas conclusões gerais.

Depois de tão exaustivamente se vir examinando em detalhe o problema dos Duques de Alba, pareceu-nos oportuno retomar o seu estudo em sentido inverso: efectuar uma tentativa de redução à simplicidade. Em tudo o que se segue adoptaremos, portanto, um critério de simplificação e síntese.

Compreenda-se que foi este o espírito com que elaborámos o presente trabalho.

1 — TIPOS DE DUQUES DE ALBA

1.1 — *Classificação*

Podem classificar-se os D. A. tendo em atenção variadíssimas características. Desta aparente dispersão resulta, no entanto, uma relativa unidade se atendermos a que todas essas características se podem agrupar em duas únicas categorias: *intrínsecas* (que dizem respeito à *constituição* do próprio D. A.) e *extrínsecas* (que dizem respeito aos *condicionamentos* aos quais se encontra sujeito o D. A.)

As características intrínsecas são as seguintes: (I) o material que os constitui, (II) a sua estrutura, (III) o tipo de fundação e (IV) a deformabilidade. Quanto às características extrínsecas, tem-se: (V) as funções que exercem, (VI) as solicitações a que estão sujeitos e (VII) a constituição geológica do terreno de fundação.

É evidente que, para cada caso particular, é em face das características extrínsecas e dos condicionamentos que elas impõem que se obtêm as características intrínsecas que hão-de responder com eficácia a esses condicionamentos. As primeiras são, portanto, a causa; as segundas, o efeito. Para fins de estudo, é todavia preferível considerar as últimas antes das primeiras.

Características intrínsecas

- (I) o material
  - madeira
  - aço
  - betão
- (II) a estrutura
  - estacas cravadas
    - inclinadas — trabalham á tracção e compressão
    - verticais — trabalham à flexão
  - estrutura de gravidade — trabalha por acção do peso próprio
- (III) as fundações
  - fundação profunda — por cravação
    - estabilidade obtida à custa de pressões laterais no solo — estacas à flexão
    - estabilidade obtida à custa de atrito e carga de ponta — estacas axiais
  - fundação directa — por apoio directo
    - estabilidade obtida à custa de pressões verticais no solo — estrutura de gravidade
- (IV) a deformabilidade
  - elásticos — quando toda a energia transmitida pelo choque do navio é absorvida pela deformação do próprio D. A.
  - semi-elásticos — quando a energia transmitida é absorvida parte pelo D. A., parte pela deformação de um elemento elástico interposto entre o D. A. e o casco do navio (defensa)
  - rígidos — quando a energia transmitida é absorvida toda ela por deformação da defensa e do casco do navio

Características extrínsecas

- (V) as funções
  - amarração
  - acostagem (em princípio apenas em D. A. de protecção)
  - amarração e acostagem
    - acostagem a um só lado — D. A. de ponte-cais
    - acostagem a dois lados — D. A. de transbordo
- (VI) as solicitações
  - estáticas — que são afinal todas aquelas que não são produzidas por choque directo do navio, compreendendo, portanto:
    - tracção nos cabos que prendem o navio ao D. A.
      - — quando o navio acosta pelos próprios meios
      - — quando o vento (ou correntes) afastam o navio do D. A.
    - pressão directa do navio sobre o D. A.
      - — quando o vento (ou correntes) aproximam o navio do D. A.
  - dinâmicas — que são as provocadas pelo choque do navio
- (VII) o terreno
  - capaz de atrito ou de suportar cargas de ponta — areias superficiais ou em camada profunda
  - capaz de suportar pressões laterais — areias ou argilas
  - capaz de suportar pressões verticais — areias ou rocha superficiais

Claramente que tudo isto vale apenas do ponto de vista esquemático e sistematizador.

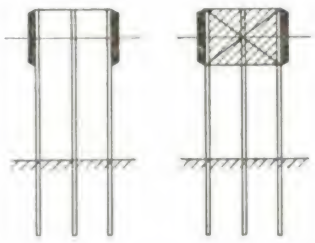
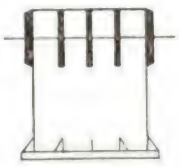
Na categoria das características extrínsecas, por exemplo, outros factores podiam ser considerados, por absolutamente determinantes em tantos casos da prática e que, por si só, impõem a utilização de um determinado tipo de D. A.. profundidade), podemos, com base no anteriormente exposto, organizar dois quadros gerais: um, das características intrínsecas, outro, das características extrínsecas.

1.2 — *Características intrínsecas*

Em esquema simplificador podemos escrever:

QUADRO I

Quadro das características intrínsecas

	D. A. elásticos ou semi-elásticos	D. A. rígidos	
Estrutura			
Material	aço (ou madeira)	madeira (ou betão)	betão (ou aço)
Fundação	estacas verticais (flexão)	estacas inclinadas (esforços axiais)	apoio directo sobre o solo

Estão entre eles as características de dimensões, (que, muitas vezes, em D. A. que protegem estruturas acostáveis, para não afastar o navio demasiadamente das estruturas, têm de ser reduzidas até um valor aceitável), as características de rigidez imposta à estrutura do D. A., (que, muitas vezes, quando um «treillis», ou uma «passerelle» ou mesmo pontes-cais ou estacadas se vão apoiar sobre os D. A., exige que estes sejam absolutamente rígidos), as características climáticas (visto que, em regiões quentes-húmidas, é melindroso, a não ser que se façam protecções convenientes, hoje em dia já extremamente eficazes, usar D. A. metálicos) e a presença de «Teredo» ou «Limnoria» (que põem de parte a possibilidade de utilizar D. A. de madeira, a menos que muito bem protegida).

Se supusermos agora que o solo dos fundos é tal que permite a fundação de qualquer tipo de D. A. (caso das areias superficiais ou a pequena

Vemos, por conseguinte, que há 3 tipos fundamentais de D. A., que são os que acima se apresentam.

É curioso observar como se evolui de

para e deste para

para : — basta endireitar as estacas e, como o trabalho da estrutura passará a ser à flexão, convém mudar de estacas de madeira para estacas de aço, com deformabilidade muitíssimo maior.

para : — basta passar de *n* perfis metálicos para 1 só perfil e este transformá-lo em um monolito; neste caso, é muito mais conveniente estar simplesmente a colocar o D. A. sobre o solo do que a cravá-lo.

Por outro lado, a madeira é característica dos D. A. de estacas inclinadas, o aço, dos D. A. de estacas verticais e o betão, dos D. A. de gravidade.

Pouco há a dizer sobre os D. A. rígidos (de estacas inclinadas ou de gravidade) e o seu cálculo não apresenta dificuldades de qualquer natureza. O problema já é diferente com os D. A. elásticos (ou de estacas verticais), visto que existe um número extremamente elevado de perfis metálicos que é possível utilizar para os constituir. Há que haver neste caso um trabalho de selecção sobre uma base económica. É exactamente este trabalho que pretendemos efectuar nas suas linhas gerais, de modo a definir, com a precisão ao nosso alcance, as condições em que os vários perfis se comportam como os mais económicos.

Vejamos, antes de mais, o que se passa com as condições extrínsecas.

1.3 — *Características extrínsecas*

Suposto, como fizemos, que não há qualquer condicionamento (nem mesmo o respeitante à natureza dos fundos) para a escolha do tipo de D. A. a adoptar, em princípio poderemos utilizar qualquer dos 3 tipos acima descritos no quadro das condições intrínsecas.

O quadro que vamos apresentar, (Quadro II), relaciona, então, ùnicamente as funções desempenhadas pelo D. A. e as solicitações que sobre ele actuam. Este quadro, que se pretendeu simplificar dentro dos limites do razoável, pode considerar-se como o fatal ponto de partida para o cálculo dos D. A.

Convém fazer compreender que, pelo facto de, dum modo geral, sobre um D. A. poderem actuar solicitações estáticas (que representamos por F, e podem ser F_0 e F_α) e solicitações dinâmicas (que representamos por H, e podem ser H_0 e H_α), teremos a considerar, teòricamente, 3 tipos diferentes de solicitações:

Solicitações simples	Solicitações compostas	
	Não simultâneas	Simultâneas
(F_0)	(F_0, H_0)	$(F_0 + H_0)$
(F_α)	(F_α, H_0)	$(F_\alpha + H_0)$
(H_0)	(F_0, H_α)	$(F_0 + H_\alpha)$
(H_α)	(F_α, H_α)	$(F_\alpha + H_\alpha)$

As solicitações simples são as que se verificam em D. A. que estão sujeitos *só* a solicitações de um mesmo tipo (F_0), ou (F_α), ou (H_0), ou (H_α).

As solicitações compostas são as que se verificam em D. A. que estão sujeitos a solicitações estáticas e dinâmicas, as quais podem não ser simultâneas (e então o mesmo D. A. está, por exemplo, sujeito a F_α ou a H_0, o que representamos por (F_α, H_0)) ou simultâneas (e então o D. A. está, por exemplo, sujeito a F_α e a H_0 ao mesmo tempo, o que representamos por $(F_\alpha + H_0)$).

Temos, por consequência, e dum ponto de vista puramente teórico, 12 possíveis hipóteses de solicitação. Na prática, todavia, as hipóteses são muito mais limitadas e dependem fundamentalmente de (I) as funções que o D. A. exerce, (II) a maneira como é executada a operação de acostagem do navio, (III) as posições relativas do D. A. e do navio em função do rumo do vento e (IV) o local a que os cabos do navio estão amarrados.

No entanto, as solicitações actuantes sobre um D. A. são apenas provenientes de duas origens: o vento e a acostagem do navio.

VENTO

Com a designação «vento» queremos significar não só o factor «vento» pròpriamente dito, mas também o factor «correntes» e o factor «ondas». Estes dois últimos são, contudo, em condições normais, muito menos importantes que o vento, por isso consideramos apenas este, supondo que dentro dele já se englobam os outros dois efeitos.

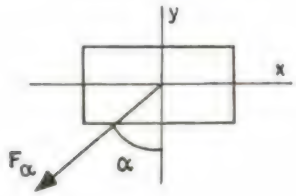
O vento sobre o D. A. não tem qualquer interesse e sòmente o caso do vento directo sobre o navio é merecedor de estudo. Há, neste caso, duas situações a tomar em conta:

a) — ou o navio está a sotavento do D. A. — e então o efeito do vento consiste em retesar os cabos que possam prender o navio ao D. A.;

b) — ou o navio está a barlavento do D. A. — e então o navio encosta ao D. A. e é por encosto directo do seu costado que a pressão do vento é transmitida a este.

Daqui resultam imediatamente dois diferentes tipos de solicitações estáticas. Na situação *a*), a força aplicada ao D. A. por acção do vento pode

tomar uma qualquer posição, tudo dependendo da posição particular que o cabo tomar em relação aos eixos do D. A., ou melhor, do ângulo α que o cabo (ou a força resultante do sistema de cabos em um mesmo D. A.) fizer com o eixo central principal de inércia yy, força essa que designamos por F_α :



Na situação *b*), sob a acção do vento o navio encosta ao D. A. e, pelo facto de estes se disporem regra geral aos pares, a força actuante é dirigida segundo yy — e designamos essa força por F_0 (o eixo yy é por isso, neste trabalho, também designado pelo índice *o*) :

Em relação à situação *a*) ainda temos duas hipóteses a considerar :

a·a) — Ou os cabos prendem ao D. A. — e temos de facto uma força F_α

a.b) — Ou os cabos prendem a qualquer outra estrutura fixa (boias ou cabeços de amarração em terra ou a própria ponte-cais) — e não existe qualquer força a exercer-se sobre o D. A., visto que F_α é transmitida a essa estrutura fixa.

ACOSTAGEM

Da mesma maneira temos, em termos absolutamente esquemáticos e simplificados :

a') — Ou o navio está a sotavento do D. A. — e então o navio tende a ser afastado do D. A., havendo três casos a considerar. :

a'. a' — a acostagem é efectuada com a ajuda de cabos, aproximando-se o navio lentamente até contacto com o D. A. — e, neste caso, a força actuante é ùnicamente a força F_α proveniente da tracção no D. A. quando se passam os cabos ao seu cabeço, podendo depois considerar-se como nula a energia transmitida pela acostagem pròpriamente dita ;

a'. b' — a acostagem é directamente feita pelo navio, o que só acontece para embarcações relativamente pequenas ou em circunstâncias especiais — e, neste caso, transmite-se ao D. A. uma certa energia de choque H_α, podendo esse choque efectuar-se sob qualquer ângulo α dentro dos limites do razoável (isto é, há um ângulo limite, que consideramos 20°, acima do qual o choque já não pode considerar-se uma «acostagem» mas sim um «acidente») ;

a'. c' — a acostagem é feita com a ajuda de rebocadores — e então o ângulo α é por via de regra tão deminuto que se pode considerar pràticamente nulo ; neste caso, a energia transmitida ao D. A. toma a designação de H_0.

b') — Ou o navio está a barlavento — e então o navio é impelido contra o D. A.. Nestas condições, se o vento ultrapassa determinada velocidade, é pràticamente impossível garantir um ângulo de choque nulo, portanto, a energia transmitida é sempre H_α. Mesmo no caso de acostagem com ajuda de cabos (se ela for possível) não pode, para forças de vento apreciáveis, da ordem daquelas para que os D. A. se calculam, evitar-se o choque do navio contra o D. A. e a transmissão de uma certa energia H_α.

Temos assim, constituindo o quadro das características extrínsecas, o seguinte conjunto de relações entre a função desempenhada pelo D. A. e as solicitações actuantes :

QUADRO II

Quadro das características extrínsecas

(fornecendo as solicitações a que estão sujeitos os D. A.)

FUNÇÕES DO D. A.	VENTO SOBRE O NAVIO			ACOSTAGEM				HIPÓTESE DE SOLICITAÇÃO A CONSIDERAR
	Navio a sotavento do D. A.		Navio a barlavento do D. A	Navio a sotavento do D. A.			Navio a barlavento do D. A.	
	Cabos presos ao D. A.	Cabos não presos ao D. A.		Por cabos	Directa	Por rebocadores		
D. A. de amarração	F_α			F_α	—	—	—	(F_α)
	F_α			—	—	—	H_α	(F_α, H_α)
D. A. de protecção	—	—	—	—	H_α	—	H_α	(H_α)
D. A. de ponte-cais	F_α	—	—	F_α	—	—	—	(F_α)
	F_α	—	—	—	H_α	—	—	(F_α, H_α)
	F_α	—	—	—	—	H_o	—	(F_α, H_o)
	—	—	—	F_α	—	—	—	(F_α)
	—	—	—	—	H_α	—	—	(H_α)
	—	—	—	—	—	H_o	—	(H_o)
	—	—	F_o	—	—	—	H_α	(F_o, H_α)
D. A. de transbordo — Navio amarrado	F_α	—	—	—	—	—	—	$(F_\alpha + H_\alpha)$
D. A. de transbordo — Navio a acostar	—	—	—	—	—	—	H_α	

Desta maneira, dentre as 12 hipóteses teóricas de solicitação que atrás se tinham considerado, subsistem na prática, ùnicamente:

Solicitações simples	Solicitações compostas	
	Não simultâneas	Simultâneas
(F_α) (D. A. rígido)	(F_o, H_α)	
(H_o)	(F_α, H_o)	$(F_\alpha + H_\alpha)$
(H_α)	(F_α, H_α)	

sendo ainda a hipótese (F_α) de pôr de parte neste nosso estudo, uma vez que não apresenta qualquer interesse para o estudo de D. A. elásticos.

2 — TIPO DE DUQUES DE ALBA ELÁSTICOS

2.1 — *Generalidades*

Já dissemos que dos vários tipos de D. A. só estudaremos os elásticos. Do aspecto técnico são estes os preferíveis (quando não existam condicionamentos especiais que obriguem a usar D.A. rígidos ou semi-elásticos) por ser menor a reacção aplicada ao costado do navio na acostagem, portanto menor a possibilidade de danificação das chapas do casco. O material usado — perfis metálicos de aços de elevada resistência — permite também uma extrema facilidade de construção e grande economia, pela possibilidade de fabricação de D.A. de igual resistência ao longo da altura. Por estas razões, os D.A. elásticos (dentre os quais excluiremos os de madeira, por só serem de interesse para pequenas profundidades de água), têm possibilidade de ser muito mais económicos que quaisquer outros. Como, além disso, os D.A. rígidos, sejam de estacas inclinadas sejam de gravidade, não apresentam qualquer dificuldade de cálculo e os seus tipos não têm sofrido pràticamente evolução, não havendo por isso, perante o projectista, um problema de selecção, seria insensato estar a considerá-los no mesmo plano e na mesma ordem de ideias em que vamos tratar os D.A. elásticos.

Por todas estas razões, os D.A. metálicos são hoje em dia cada vez mais usados e não cessam de aperfeiçoar-se as qualidades dos aços e das soldaduras que hão-de conduzir a estruturas mais económicas, assim como os processos de cravação, que hão-de conduzir a uma sua aplicação cada vez mais larga.

2.2 — *Tipos de secções adoptadas*

Embora seja enormíssimo o número de perfis metálicos existente no mercado, fundamental e esquemàticamente eles podem ser reduzidos a três tipos de secções completamente distintas:

— secção em forma de rectângulo
— secção em forma de I
— secção em forma de círculo.

Na Europa, os D.A. mais utilizados e representativos do primeiro tipo são os de perfis «Larssen», soldados dois a dois, de modo a formar um caixão rectangular. Os D.A. do segundo tipo são os de perfis «Peine». Os do terceiro tipo são os de perfis «Mannesmann». Temos assim:

D.A. rectangulares — D.A. Larssen (D.A.L.)
D.A. em I — D.A. Peine (D.A.P.
D.A. circulares — D.A. Mannesmann (D.A.M.)

Dentro de cada um destes tipos existem depois perfis de diferentes dimensões, cobrindo uma larga escala e existem mesmo, para os D.A.L. e D.A.P., perfis compostos obtidos através da conjugação e interligação de vários outros perfis simples (perfis simples esses que, no caso dos D.A.P., podem mesmo fugir à forma ideal de I) e que são concebidos de maneira a apoximá-los artificialmente dos perfis circulares, isto é, a dar-lhes características de resistência o mais uniformes possível em todas as direcções. Estes perfis compostos que, aliás, como veremos, têm uma aplicação em D.A. relativamente restrita, podem bem ser chamados «perfis híbridos».

Vê-se então que, dum modo geral, os D.A. serão formados por um certo número *n* de perfis de iguais características, esse nûmero *n* dependendo, evidentemente, das condições de solicitação do D.A. e das condições de resistência do mesmo. A cravação desses perfis é geralmente feita isoladamente, apenas se executando uma ligação no topo, mas, até essa, extremamente deformável, de modo a não criar qualquer sujeição longitudinal ao conjunto e assim permitir considerá-lo como livremente deformável à flexão.

Os perfis cravados dispõem-se em planta geralmente em figuras regulares, embora a sua distribuição, se esquecermos a reacção do terreno, não influa no comportamento da estrutura, visto que a resistência geral é o resultado do somatório de *n* resistências parciais, de igual valor, independentes da sua posição. Casos haverá em que interesse dar determinada disposição ao conjunto, quando, por exemplo, isso simplifique as operações de cravação ou haja necessidade de construir um D.A. com a menor largura possível, para que o navio se aproxime ao máximo do local a servir.

D. A. Larssen (D. A. L.)

Aços utilizados: St 37 e St 52 (ou equivalentes franceses)

SUNWAY - Os Estores de concepção ultramoderna que graças às suas reconhecidas características de segurança, eficiência e poder decorativo são recomendados para qualquer ambiente.

Sistema revolucionário de ligação das lâminas por meio de fios de Terylene extremamente finos e de extraordinária resistência, alta qualidade de todas as partes componentes, funcionamento silencioso e facilidade de limpeza — são as características principais dos Estores «Sunway».

ESTORES **SUNWAY**

(DIVISÃO DA BELL'S & CA., LDA.)

AVENIDA GENERAL ROCADAS, 68-C e 68-D

TELEF. 83 54 35 TELEG. SUNWAY

LISBOA 1

ASEA

a maior fábrica de
material eléctrico da
Europa Setentrional

REPRESENTADA EM PORTUGAL PELA

ASEA ELÉCTRICA L.DA

Sede em Lisboa:
Rua de Artilharia Um, 104-4.º D.to
Tel. P P C 68 9017/8/9

Filial no Porto:
Rua do Campo Alegre, 144
Tel. P P C 6 21 06/7

END. TELEG. ASEAPORT

WORTHINGTON-CORPORATION

U. S. A. e FILIAIS EUROPEIAS

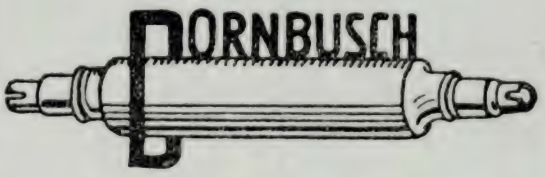
BOMBAS CENTRÍFUGAS:

Horizontais
Verticais para poços profundos
Liga especial para indústrias químicas
Pasta de papel, etc., etc.

BOMBAS ROTATIVAS DE CARRETOS
BOMBAS ALTERNATIVAS A VAPOR
COMPRESSORES DE AR
TURBINAS A VAPOR - CONDENSADORES

REPRESENTANTES e LICENCIADOS

H. VAULTIER & C.A



Calandras de gofragem
Rolos para gravação
Máquinas de impressão

para as indústrias téxtil
e de plásticos

Representantes em Portugal:

AZEVEDO & PESSI, L.DA

Rua Nova do Almada, 46 LISBOA 2

Tel.: 3 01 32/3/4/5/6/7

Caixões normais: designados por L P (2 estacas) — caixões rectangulares

Caixões híbridos: designados por L T (3 estacas) e L Q (4 estacas)

Nomenclatura: no intuito de normalizar adoptaremos para os D. A. L. a seguinte nomenclatura geral:

Primeiro colocam-se as letras D. A., depois o número *n* de perfis isolados (caixões) existentes na secção de máximo momento flector e, por último, o tipo de perfil utilizado (caixão): por exemplo, um D. A. formado por 18 caixões L P IV designa-se por D. A. 18 L P IV.

Nos D. A. L. não tomamos em conta os D. A. formados por um certo número de estacas Larssen dispostas em rectângulo de grandes dimensões, visto que (I) são extremamente difíceis de construír, (II) são muito rígidos e (III) são muito pouco económicos, por ser impossível formar com eles D. A. de igual resistência.

D. A. Peine (D.A.P.)

Aços utilizados: St 37 e St 52

Perfis normais: designados por PSp — perfis em forma de I

Perfis híbridos: designados por PSt (obtidos pela ligação de perfis I e perfis de forma diferente)

Nomenclatura: tomamo-la idêntica à dos D.A.L.; portanto, se o D. A. for formado por 18 perfis PSp 50 S teremos D.A. 18 PSp 50 S.

D. A. Mannesmann (D. A. M.)

Aços utilizados: St 37, St 52, St 58/70 e St 75/90.

Esta última qualidade só se fabrica para os diâmetros muito pequenos, por isso está virtualmente fora de questão.

Quanto ao St 58/70, é um aço de alta resistência em que, portanto, o limite de escoamento já não é real mas se define fictìciamente para um alongamento de 2 ‰, para o qual $\sigma_e = 4.500$ Kg/cm².

No conjunto, os valores a tomar para σ_e são:

St 37	— $\sigma_e = 2.200$ Kg/cm²	reais
St 52	— $\sigma_e = 3.600$ »	
St 58/70	— $\sigma_e = 4.500$ Kg/cm²	fictícios
St 75/90	— $\sigma_e = 5.200$ »	

Só em face de dados económicos se pode dizer se o St 58/70 é preferível ao St 52. (O St 37 já hoje em dia pràticamente não se utiliza para este tipo de estruturas, por conduzir a D. A. muito menos resistentes para uma mesma deformabilidade). *Para efeitos de comparação entre os vários tipos de D. A. consideraremos sempre o aço St 52.*

Perfis: todos eles são normais, isto é, são circulares, havendo, no entanto, 2 categorias: tubos sem costuras longitudinais (que estão normalizados e se fabricam até um diâmetro de 57,2 cm) e tubos com costuras longitudinais, para os quais não há pràticamente limite de diâmetro nem de espessura de parede (embora não possa esquecer-se que esta última influi directamente na espessura dos cordões de soldadura). Para evitar o perigo de enfunamento da chapa tubular deve obedecer-se à seguinte relação entre o diâmetro e a espessura do tubo:

$$\frac{d}{e} \leqslant \frac{2 \times 10^5}{\sigma_e}$$

Donde:

St 52 $\quad \frac{d}{e} \leqslant 55{,}5$, correspondente ao aço que aqui consideramos

e St 58/70 $\quad \frac{d}{e} \leqslant 43{,}5$

Nomenclatura: tomamo-la idêntica à dos D. A. L. e D. A. P., havendo apenas que referir a designação a adoptar para o próprio perfil (tubo). Esta designação consiste na indicação do diâmetro e da espessura (em cm). Então, por exemplo, um D. A. formado por 18 tubos de 57,2 cm de diâmetro e 3,50 cm de espessura designa-se por D. A. 18 M 57,2/3,5.

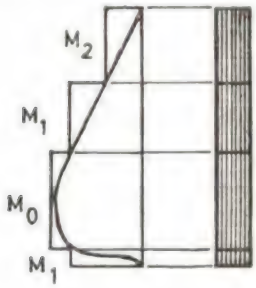
2.3 — *Obtenção de Duques de Alba de igual resistência*

Um D. A. será tanto mais económico quanto maior for a possibilidade de fazer variar, ao longo da altura, o seu momento resistente total, de modo a adaptá-lo ao momento flector actuante a cada nível.

Há dois processos de o fazer:

— ou variar o número total de perfis
— ou variar a secção (ou seja o tipo) de cada perfil.

Este último processo só é, evidentemente, possível com os D. A. M., visto que nos D. A. L. e D. A. P. os vários perfis apresentam características muito diferentes, sendo impraticável estar a soldá-los a topo. Mesmo nos D. A. M. este processo obriga a mudanças na qualidade do aço e na espessura das paredes do tubo, o que exige cuidadosas soldaduras. Para estes D. A. M. o processo mais vulgar consiste em manter o diâmetro exterior, variando a qualidade do aço e a espessura do tubo, de acordo com o momento flector. Por exemplo:



St 52 $\longrightarrow e = d/55{,}5$ $M_2 = 0{,}63.\ M$

St 52 $\longrightarrow e = d/43{,}5$ $M_1 = 0{,}8.\ M_0$

St 58/70 $\rightarrow e = d/43{,}5$ M_0

St 52 $\longrightarrow e = d/43{,}5$ $M_1 = 0{,}8.\ M$

Quanto ao primeiro processo, ele é característico dos D. A. L. e D. A. P., havendo duas maneiras de o efectuar:

— cravando-se os perfis um por um, tendo então de usar-se falsas estacas para os mais curtos
— cravando-se os perfis ligados entre si, em grupos constituídos por estacas de diferentes comprimentos (sistemàticamente usado para os D. A. P., pela facilidade grande que há em interligá-los.

Conclui-se daqui que os D. A. M. são um pouco mais adaptáveis ao momento flector que os D. A. P. e estes um pouco mais que os D. A. L. Esta é circunstância que deve ter-se em conta ao projectar D. A.

2.4. — *Equações gerais de cálculo de Duques de Alba elásticos*

As equações gerais para o cálculo de D. A. elásticos envolvem 3 tipos de equações:

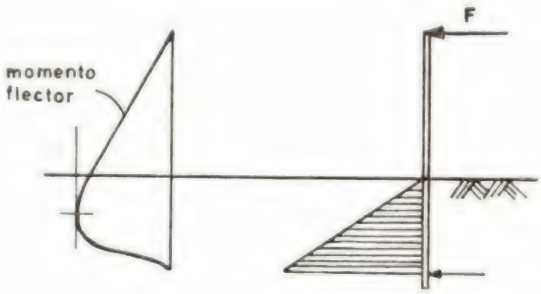
— equações de solicitação, que traduzem as condições de solicitação a que a estrutura está sujeita
— equações de resistência, que traduzem as condições de resistência da estrutura
— equações de economia, que traduzem as condições a que a estrutura deve obedecer para ser o mais económica possível.

Parece-nos preferível principiar pelas condições de resistência, passando depois às de economia e, por último, às de solicitação.

2.4.1 — *Condições de resistência. (Equações de resistência)*

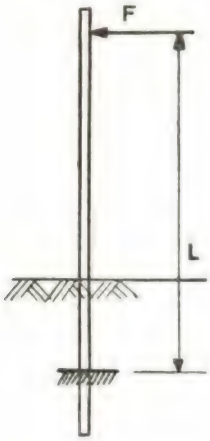
A dificuldade maior existente no cálculo de D. A. elásticos provém do facto de haver duas solicitações actuantes — uma estática e outra dinâmica — cujas características e efeitos são completamente diferentes. O artifício para a resolução do problema em termos gerais será, portanto, lançar mão de um certo número de hipóteses simplificadoras que permitam lidar com essas duas solicitações tratando-as como equiparáveis.

Sabemos que, a cada solicitação que obrigue o D. A. a flectir, se desenvolvem no terreno pressões laterais. O terreno reage.

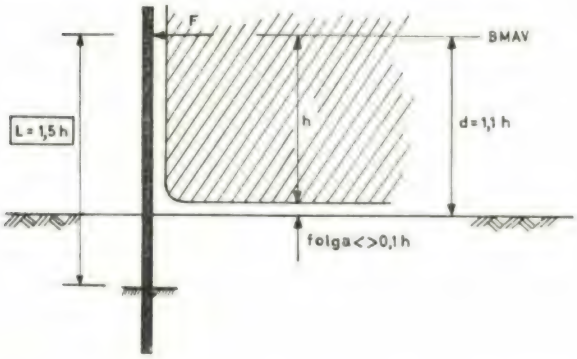


A distribuição das pressões no terreno é desconhecida. Por simplicidade supõe-se que apresenta uma forma triangular e que a pressão activa se resume a uma força ao nível da base do triângulo passivo. Qualquer que seja a distribuição de pressões que se tome, o facto é que o momento flector ao longo do D. A. há-de aumentar até um valor máximo e decrescer depois até zero. Para efeitos de estudo da estrutura, pode supor-se que esse nível de momento máximo se comporta como um nível de encastramento. O D. A. trabalhará, portanto, como uma viga vertical encastrada no solo. Esquece-se a existência de terreno ou água acima dessa secção.

As solicitações estática e dinâmica actuarão, no entanto, a níveis diferentes e conduzirão a secções de encastramento situadas a níveis também diferentes. Suporemos, por simplicidade, que



tanto o nível de actuação como o de encastramento se mantêm, nas duas solicitações. O problema do chamado «equilíbrio estático do D. A.», que exprime o equilíbrio entre a força actuante *F* (seja a solicitação estática ou dinâmica) e a força proveniente da reacção passiva do terreno menos a reacção activa, fica resolvido se, pura e simplesmente, encontrarmos um valor para *L*. Da observação de muitas soluções, concluimos que esse nível de encastramento pouco varia e se pode, «grosso-modo», considerar situado ao nível indicado na figura seguinte:



A condição L = 1,5 h será, então, a igualdade que exprimirá o equilíbrio estático. Nesta equação, ou, o que é o mesmo, na figura, supõe-se que a força *F* actua ao nível do BMAV e que *h* é o calado do maior navio que pode acostar com segurança ao D. A., o que, suposta uma folga de 0,1 h, conduz a uma altura de água no BMAV de d = 1,1 h.

Vejamos agora o que se passa com os chamados «equilíbrio elástico do D. A.» e «equilíbrio energético do D. A.». O primeiro exprime a condição de a máxima das tensões verificadas na secção de momento flector máximo, provocadas pela flexão do D. A., ser igual à tensão limite de elasticidade ou ao limite de escoamento do aço utilizado. Como, em face das hipóteses apresentadas, é

$$\sigma = \frac{F\ L}{W}$$

sendo *W* o módulo de resistência da secção do D. A. (suposto este de secção constante ao longo da altura), a condição de equilíbrio elástico exprime-se por

$$\frac{F\ L}{W} = \sigma_e$$

No respeitante ao equilíbrio energético, exprime ele que tem de haver equilíbrio entre a energia transmitida ao D. A. pelo choque do navio e a energia de deformação dela proveniente. Ou, com as hipóteses já consideradas:

$$H = \frac{F'^2\ L^3}{6\ E\ I}$$

sendo *H* a energia de choque transmitida, *F'* a força aplicada ao D. A. ao mesmo nível de *F*, *E* o módulo de elasticidade do aço e *I* o momento de inércia da secção do D. A.

O D. A. só será equilibrado no que respeita aos efeitos da solicitação estática e da solicitação dinâmica desde que F' = F, de outro modo, para uma das solicitações, a área do aço será superabundante. Introduzindo esta condição, tem-se então, finalmente:

$$\begin{cases} \text{equilíbrio estático:} & L = 1{,}5\ h \\ \text{equilíbrio elástico:} & \sigma = \dfrac{F\,L}{W} \\ \text{equilíbrio energético:} & H = \dfrac{F^2\,L^3}{6\ E\ I} \end{cases}$$

Estas três equações exprimem as «condições de resistência» do D. A. Repare-se, contudo, que ainda não fizemos qualquer referência aos valores a tomar para *F* ou para *H*, isto é, ainda não introduzimos quaisquer «condições de solicitação»

do D. A. Também ainda não focámos nenhuns requisitos a que a estrutura tenha de obedecer para atingir o máximo de economia, as chamadas «condições de economia» do D. A.

Principiaremos por estas últimas.

2.4.2. — *Condições de economia. (Equações de economia)*

Não podemos esquecer que supomos que o D. A. mantém secção constante ao longo da altura e que essa secção é a necessária para resistir ao momento flector máximo: trata-se, por conseguinte, da secção de encastramento. Se não se considerasse esta hipótese seria impossível fazer, de maneira simples, qualquer comparação de D. A.. Uma outra hipótese ainda, a qual já referimos, simplifica-a ainda mais: é a que diz respeito ao equilíbrio estático, que traduzimos por $L = 1{,}5 . h$. Deste modo, o comprimento total do D. A. ficará sendo apenas função do calado h e será absolutamente independente do tipo de D.A., seja ele D. A. L., D. A. P. ou D. A. M.

Por consequência, se for igual a qualidade do aço nos 3 tipos de D. A., as relações que medem a economia do D. A. (as chamadas «eficiências» do D. A.) serão:

$$\text{eficiência estática}: \quad \frac{F}{\Omega}$$

$$\text{eficiência dinâmica}: \quad \frac{H}{\Omega}$$

sendo Ω a área total da secção do D. A.. Desenvolvendo, temos:

Eficiência estática:

$$e_s = \frac{F}{\Omega} = \frac{\frac{\sigma_e}{L} \cdot W}{\Omega} = \frac{\sigma_e}{L} \cdot \frac{W}{\Omega} = K_1 \cdot \frac{W}{\Omega}$$

em que K_1 é constante para um mesmo calado (ou seja, profundidade da água) e qualidade de aço. Para efeitos de comparação, o valor de e_s é então equivalente simplesmente a:

$$e_s = \frac{W}{\Omega}$$

Eficiência dinâmica:

$$e_d = \frac{H}{\Omega} = \frac{\frac{F^2 \; L^3}{6 \; E \; I}}{\Omega} = \frac{\sigma_e^2 \; W^2 \; L}{6 \; E \; I \; \Omega} =$$

$$= \frac{\sigma_e^2 \; L}{6 \; E} \cdot \frac{W^2}{I \; \Omega} = \frac{\sigma_e^2 \; L}{6 \; E} \cdot \frac{W}{v \; \Omega} =$$

$$= K_2 \cdot \frac{W}{v \; \Omega}$$

em que K_2 é constante para um mesmo h e qualidade de aço, tal como anteriormente. Logo, também a expressão de e_d é equivalente a:

$$e_d = \frac{W}{v \; \Omega} \qquad \text{ou} \qquad e_d = \frac{e_s}{v}$$

Ficamos em conclusão, com:

$$\begin{cases} \text{eficiência estática}: & e_d = \dfrac{W}{\Omega} \\ \text{eficiência dinâmica}: & e_d = \dfrac{W}{v \; \Omega} \end{cases}$$

expressões estas que nos permitem resolver com extrema simplicidade o problema dos D. A., visto que bastará determinar, para cada caso de solicitação e tendo em conta se ela é estática ou dinâmica, qual o D. A. que apresenta maior eficiência estática ou dinâmica. Não deve, no entanto, esquecer-se que estas duas expressões só podem servir de elemento de comparação entre as economias dos D. A., uma vez que se admita, como o fazemos, que os custos da unidade do peso em cada tipo de D. A. são iguais, o que é hipótese perfeitamente razoável.

Evidentemente que, embora tenhamos posto a hipótese de o D. A. não variar de secção ao longo da altura, não podemos abstrair do facto de, na prática, se procurar exactamente adaptar a secção resistente ao momento actuante, tanto quanto seja possível. Então, em vez de admitirmos que a secção se mantém constante, podemos supor, o que, para efeitos de comparação, vem a ser o mesmo, que as possibilidades de adaptação de cada um dos tipos de D. A. (D. A. L., D. A. P. ou D. A. M.) ao momento flector actuante em cada secção são idênticas, ou seja, que são idênticas em todos eles as possibilidades de realiza-

ção de D. A. de igual resistência ao longo da sua altura.

Deste modo, é suficiente, para efectuar a comparação dos vários D. A., tomar as suas eficiências na secção de encastramento.

2.4.3. — *Condições de solicitação (Equações de solicitação)*

É o único dado que nos falta obter para ficarmos com todas as condições necessárias para o cálculo dos D. A. Ora sabemos já que só há duas espécies de solicitações, uma estática, representada por *F* e outra dinâmica, representada por *H*. É precisamente os valores de *F* e *H* que interessa investigar.

Valor da solicitação estática F

Vimos, no quadro das características extrínsecas dos D. A., que a força *F* podia ser provocada pelo retesamento dos cabos presos ao D. A. (caso F_α) ou pela pressão directa do navio quando este estivesse a barlavento do D. A. (caso F_o).

Para valor de F_α é prática comum tomar-se o da carga de rotura dos cabos mais resistentes usados no navio. Por razões de simplicidade, assim o consideraremos também, embora o critério só seja perfeitamente racional, desde que ao D. A. esteja passado apenas um cabo, por isso que, neste caso, a força máxima que pode conceber-se aplicada ao D. A. é a que conduz à rotura do cabo (e que pode, em princípio, actuar sob qualquer ângulo). Igualmente, no caso da acostagem com ajuda de cabos, a força estática máxima que podemos conceber é a que rompe o cabo e também ela é F_α.

Ora existem tabelas que relacionam a carga de rotura dos cabos com a tonelagem dos navios. Daqui pode passar-se para tabelas que nos forneçam aproximadamente a relação existente entre a carga de rotura e o calado dos navios. Verifica-se então que se pode obter uma relação entre as duas grandezas que oscila entre

$$F \simeq 0{,}8.\ h^2 \quad \text{e} \quad F \simeq 1{,}2.\ h^2$$

sendo *F* expresso em toneladas e *h* em metros. Por simplicidade, tomamos:

$$\boxed{F = h^2}$$

Será este o valor que consideraremos para efeitos da solicitação F_α. Mas como, evidentemente, F_α pode tomar qualquer ângulo, também poderá tomar a direcção yy, passando a ser F_o. Donde, «a fortiori», o valor de F_o, resultante da pressão directa do navio sobre o D. A., a que já atrás nos referimos e que é provocada pelo vento actuando sobre o navio, tem também de ser $F_o = h^2$.

Vejamos, contudo, se uma tal implicação não conduz a valores absurdos. Basta verificar «grosso-modo» qual a velocidade do vento que, actuando perpendicularmente ao costado do navio, provoca uma força no D. A. de intensidade h^2.

Se considerarmos para tal que o comprimento do navio, em embarcações de porte elevado, oscila por dezoito vezes o calado máximo *h* e que a altura do casco fora de água, em calado mínimo e considerada a influência das superestruturas, pode tomar-se como igual a 1,5 . h, a área total exposta ao vento será:

$$A = 18\ h\ .\ 1{,}5\ h = 27\ h^2$$

Como, dum modo geral, no caso de pontes-cais, o navio encosta a dois D. A., a área que interessa a cada D. A. será $13{,}5\ .\ h^2$. Como a pressão actuante em Kgs m^2, é:

$$p = c\ .\ q = c\ .\ \frac{v^2}{16}, \text{ sendo } v \text{ a velocidade em } m/s;$$

tomando $c = 1$, vem:

$$F_o = \frac{v^2}{16}\ .\ 13{,}5\ h^2$$

$$\text{Ou:} \quad 1000\ .\ h^2 = \frac{v^2}{16}\ .\ 13{,}5\ h^2$$

$$\text{Donde:} \quad v^2 = 1200$$

$$v = 34{,}5\ m/s = 120\ Km/h$$

Este vento, a que se chega, como vimos, considerando $F_o = F_\alpha = h^2$, é um vento ciclónico, e por isso poderia afirmar-se que é exagerado. De facto, em condições vulgares, não será de adoptar uma velocidade superior a 20 m/s ou 25 m/s, a que correspondem 72 Km/h e 90 Km/h. No entanto, se tomarmos em linha de conta que nesse efeito do vento, por simplificação, incluímos os possíveis efeitos das correntes e das ondas,

estas sobretudo importantes, o valor $F_0 = h^2$ passa a não ser elevado e toma-se sem repulsa.

Em resumo e conclusão: é aceitável, tanto para o caso do esforço no cabeço como da acção do vento, a hipótese:

$$F_0 = F_\alpha = h^2 \text{ (em } t).$$

Valor da solicitação dinâmica H

Dos estudos de Leimdörfer efectuados no porto de Estocolmo (Congresso de Navegação de Londres, de 1957), verificou-se o que já era perfeitamente previsível: que quanto maior era o porte do navio maiores os cuidados de acostagem e, por isso, menor a velocidade provável com que se daria o choque; e que as piores acostagens se verificavam quando o navio estava a barlavento do D. A. e a velocidade do vento era máxima.

Mesmo considerando que as conclusões de Leimdörfer só podem considerar-se válidas para o porto de Estocolmo e para os ventos e tipos de acostagem com as características por ele estudadas, não podemos deixar de concordar que as altíssimas energias cinéticas que se admitia até então poderem incidir sobre a estrutura e que eram da ordem das 50 e 60 t.m estavam absolutamente fora das realidades. De resto, para valores dessa ordem de grandeza já serão mais de temer os efeitos da acostagem sobre o casco do navio do que pròpriamente sobre a estrutura. O problema, além de todas as indeterminações em redor do valor da energia cinética do navio, provenientes da incerteza e variabilidade dos múltiplos factores condicionantes (tipo de navio, porte, processo de acostagem, ângulo de acostagem, ventos, correntes, etc), tem sobretudo a muito grande que consiste em precisar quanto dessa energia cinética é efectivamente transmitido à estrutura do D. A.

Dos estudos de Leimdörfer, conclui-se que a energia transmitida aumenta com a tonelagem do navio até atingir um máximo, a partir do qual baixa muito lentamente.

Por razões de prudência, vamos supor aqui que a energia transmitida não tem um máximo mas, pelo contrário, aumenta sempre de maneira contínua. Supomos também, agora por razões de simplicidade para o nosso estudo, que a sua variação é linear com o calado máximo do navio.

Numa palavra, admitimos que a energia transmitida obedece a

$$\boxed{H = 2\,h}$$

sendo H em *t.m*, h em *m* e qualquer que seja a direcção de acostagem.

$$\text{Logo: } H_0 = H_\alpha = H = 2\,h$$

Este valor, tomado para anteprojecto e quando as características locais não são perfeitamente conhecidas, parece aceitável. As velocidades de acostagem a que conduz, suposto um coeficiente de transmissão de 0,5 e o deslocamento do navio igual a 30 h^3 (em *t*), são:

		H_{tm}	$V_{cm/s}$
navio de calado médio:	h = 6 m	12	27
navio de calado elevado:	h = 9 m	18	18
navio de calado muito elevado:	h = 12 m	24	13

que constituem valores absolutamente admissíveis.

Adoptaremos por consequência no nosso estudo o critério expresso pela fórmula:

$$H_0 = H_\alpha = 2\,h \quad \text{(em } t.m)$$

Conclui-se então que as condições de solicitação dos D. A. que sempre consideraremos são:

$$\begin{cases} \text{solicitação estática: } F_0 = F_\alpha = h^2 \\ \text{solicitação dinâmica: } H_0 = H_\alpha = 2\,h \end{cases}$$

2.4.4 — *Resumo das equações gerais de cálculo*

As equações gerais de cálculo de um D. A. elástico são, portanto, as seguintes:

Equações de solicitação:

— estática: $F_0 = F_\alpha = F = h^2$

— dinâmica: $H_0 = H_\alpha = H = 2\,h$

Equações de resistência:

— equilíbrio estático: $L = 1{,}5\,h$

— equilíbrio elástico: $\sigma_e = \dfrac{FL}{W}$

— equilíbrio energético: $H = \frac{F^2 L^3}{6 E I}$

Equações de eficiência económica:

— estática: $e_s = \frac{W}{\Omega}$

— dinâmica: $e_d = \frac{W}{v \Omega}$

Chegou-se a estas equações gerais através da adopção de um certo número de hipóteses simplificadoras, admissíveis para ante-projecto ou quando não é grande o rigor pretendido; as quais se resumem nas seguintes:

— em relação às solicitações actuantes: considera-se:

(I) $F_o = F_\alpha = F = h^2$ (em *t*)

(II) $H_o = H_\alpha = H = 2\,h$ (em *t . m*)

ambas actuando ao nível do BMAV

— em relação ao comportamento do D. A.:

(III) considera-se o D. A. perfeitamente encastrado no solo, a um nível tal que $L = 1{,}5\,h$, não se entrando em conta com a resistência provocada pela água nem com a presença de terreno acima do nível de encastramento

(IV) considera-se que o D. A. tem sempre a mesma secção ao longo da altura ou que, pelo menos, a quantidade de material existente no D. A. pode ser medida através da área de metal na secção de encastramento

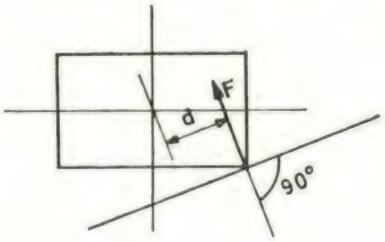
(V) considera-se que não há senão um tipo de aço a constituir o D. A. e que esse tipo é o St 52

— em relação ao navio e à sua actuação:

(VI) considera-se que os cálculos são feitos para o caso do máximo navio que pode atracar ao D. A. e que esse é o que tiver um calado *h* correspondente à altura da água em BMAV (supõe-se uma folga de *0,1 h*)

(VII) considera-se que não existe atrito entre o casco do navio e o D. A., pelo que a força transmitida no choque é sempre perpendicular ao costado do navio

(VIII) considera-se que os possíveis efeitos de torção provocados pelo facto de essa força poder não ser dirigida para o centro de gravidade da secção são de desprezar, o que equivale a dizer que se supõe que a força solicitante passa sempre pelo centro de gravidade da secção:



despreza-se o momento de torção F d

— em relação ao terreno:

(IX) considera-se que reage igualmente aos vários tipos de D. A. elásticos.

(Continua)

C. D. U. 551.311.23:622.131.54

Medição de índices de alteração no estudo da deformabilidade das rochas

POR F. H. ANTON HAMROL
Engenheiro Civil (U. P.)

1. Introdução

Para determinação do estado de alteração das rochas, definiram-se os índices de alteração i_I e i_{II} e indicaram-se métodos para a sua determinação numérica (1).

Apesar da simplicidade com que o trabalho referido em (1) foi escrito, acontece que a sua matéria parece não ter sido bem apreendida por todas as pessoas que têm necessidade de usar os métodos indicados e de tal modo que não lhes permite neste campo ir mais longe do que se tinha deixado escrito.

Em especial no estudo da deformabilidade das rochas, campo em que se não mostrou como deviam ser interpretados os resultados, acontece haver quem seja de opinião que o método «não dá». Por isso se publica este trabalho em que se trata só o problema da deformabilidade das rochas, mostrando como devem ser interpretados os resultados e define-se um outro parâmetro h_{II} equivalente a i_{II}. Indica-se também o modo de medir o parâmetro h_{II}.

2. Definição e métodos de medida de i_I e i_{II}

No trabalho referido em (1) apresentou-se a seguinte definição de estado de alteração duma rocha:

> Definição: um determinado volume de uma determinada rocha diz-se estar num estado mais avançado de alteração que outro da mesma rocha, se as suas características mecânicas são mais baixas.

Respeitando esta definição e sem introduzir qualquer limitação, fez-se distinção entre dois tipos diferentes de alteração ou, com mais propriedade, entre dois processos diferentes no fenómeno de alteração duma rocha:

Alteração tipo I — Alteração em massa (com exclusão do aparecimento de qualquer fenda).

Alteração tipo II — Alteração consistindo só no aparecimento de fendas.

Ao primeiro tipo de alteração fez-se corresponder o parâmetro i_I, definido como a percentagem relativa ao peso seco da água absorvida pela rocha numa molhagem rápida e ao segundo tipo de alteração, o parâmetro i_{II} que, quando considerado como grandeza escalar, é medido aproximadamente pela percentagem do volume de vazios da rocha (entendendo por vazios só as fendas e não os poros).

Como métodos de medida indicou-se para i_I a realização de ensaios de molhagem rápida com provetes da rocha a estudar e para i_{II} a medição directa das fendas da rocha em superfícies acessíveis.

3. Análise crítica da relação $E = E(i_I)$

Na figura 4 do trabalho referido em (1) apresentou-se uma relação da dependência entre o módulo de rigidez E e o índice de alteração i_I. Estes resultados foram obtidos por ensaios de carga axial e triaxial sobre provetes de granito.

Como se sabe, os valores do módulo de rigidez determinados por ensaios de campo realizados sobre um semi-espaço dependem da rigidez, da área e um pouco da forma da superfície de carga.

Se se fizer uma série de determinações dos módulos de rigidez por ensaios deste tipo, usando sempre a mesma superfície de carga (rigidez, área e formas constantes) obter-se-ia por exemplo para os mesmos granitos referidos em (1) outra linha a representar a relação $E = E(i_I)$ e

(1) A. Hamrol — A quantitative classification of the weathering and weatherability of rocks.
Proceedings of the 5th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, vol. II, pag. 771 774, Paris, 1961.

VIADUTO DE SACAVÉM

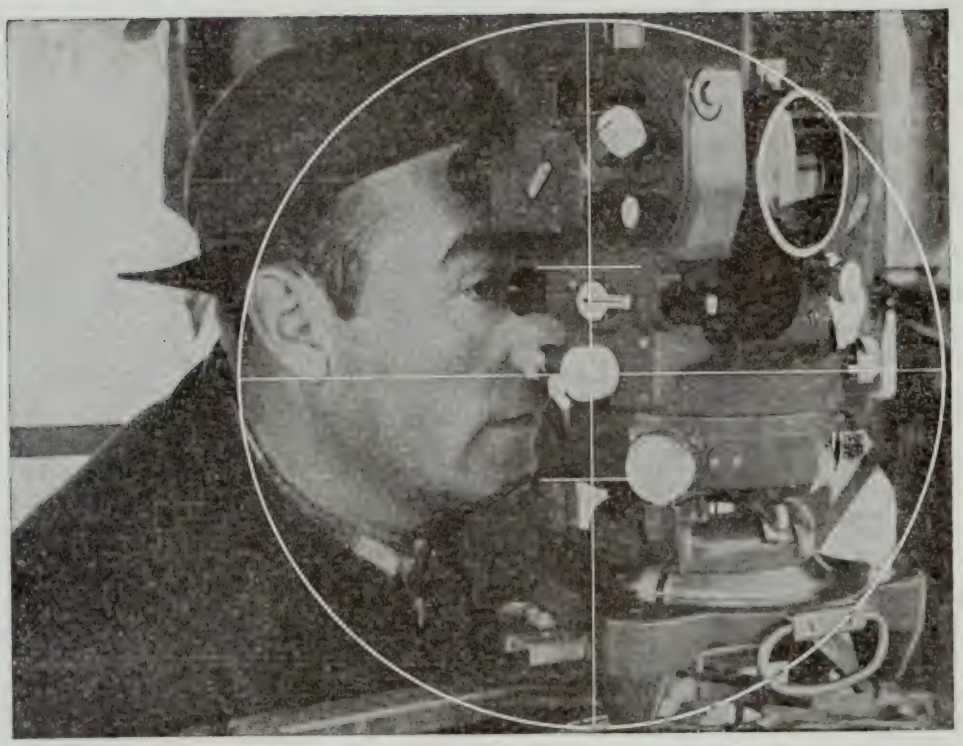
NA AUTO-ESTRADA DO NORTE

Aspecto durante a execução dos ensaios de carga efectuados pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil

Construções Técnicas, Ld.a

SEDE: PRAÇA DO MUNICÍPIO, 13-3.º — LISBOA

TELEFS. 36 65 06 (4 LINHAS)



DKM 3 — Teodolito de triangulação de construção compacta, com óculo de lente espelhada para triangulação de I. e II. ordem. Trabalhos geodésicos-astronómicos e medidas de deformação de grande exactidão. Imagem vertical completamente isenta de coloração.
Precisão de 0,05'' e objectiva com 72 mm. de abertura.

Peça o prospecto descritivo.

Kern SWISS

KERN — Instrumentos geodésicos de fama mundial pela perfeição técnica e precisão.

REPRESENTANTES PARA PORTUGAL:

EMÍLIO DE AZEVEDO CAMPOS & C.A, L.DA

RUA DE SANTO ANTÓNIO, 137-145 — PORTO — TEL. 20254/5
RUA ANTERO DE QUENTAL, 17-1.º — LISBOA — TEL. 53366

isso porque a determinação dos módulos de rigidez passou a ser feita por um ensaio de outro tipo; tudo leva a crer que essa linha será também sensìvelmente recta, fazendo corresponder a cada i_I um valor mais alto de E = linha (a) da fig. 1 = pois as determinações dos módulos de rigidez por este método de ensaio levam usualmente a valores mais altos.

Para que se obtenha a recta (a) representada na fig. 1 evidentemente que será necessário que na rocha ensaiada, em todo o volume por onde existem variações de tensão resultantes da realização do ensaio, não haja fendas sensíveis àquelas variações de tensão, isto é, fendas cujo fechamento durante o ensaio produzam assentamento detectável da superfície de carga. Se esta condição não se verificar, acontecerá que a representação dos resultados dos ensaios num espaço i_I — log E levará, não à definição duma linha, mas sim à definição duma área — esta a razão de haver quem julgue que o método «não dá» - e isto porque estes resultados dependem dum outro parâmetro (i_{II}); a representação no espaço i_I — log E é uma projecção de pontos pertencentes à superfície $E = E\ (i_I\ ,\ i_{II})$.

Como a existência de fendas a influenciar os valores dos módulos de rigidez só o pode fazer baixando-os, acontece que a área referida, onde ficarão os pontos no espaço i_I — log E, se situa para baixo da recta (a) da figura 1.

Sobre os limites da área em que os pontos representativos dos resultados ficarão incluídos quando representados num espaço i_I — log E, há a prever o seguinte:

Na parte superior, os pontos ficarão limitados por uma recta como a (a) da figura 1, recta que só aparecerá se houver pelo menos três resultados em que os valores do módulo de rigidez não venham influenciados pela existência de fendas.

Quanto ao limite inferior, a experiência permite prever que nos granitos poderá ficar afastado da recta (a) em especial para valores de i_I compreendidos entre 1 e 5 e terá o máximo afastamento sensìvelmente a meio daquele intervalo, se não houver deficiência na preparação das superfícies do ensaio — curva (h) da figura 1 —. Esta hipótese de forma do limite inferior faz-se com base no facto de que normalmente a fissuração dos granitos é máxima por volta de $i_I = 3$; granitos em que $i_I = 1$ estão geralmente pouco fissurados (quase sempre tanto menos fissurados quanto menor for i_I) e os granitos em que $i_I = 5$ muitas vezes apresentam pequena abertura de fendas (às vezes as fendas estão até «soldadas») devido ao facto de a rocha ir aumentando de volume (2) com a progressão do estado de alteração em massa.

Contudo, mesmo que esta hipótese de forma do limite inferior não fosse exacta, nada haverá a mudar nas restantes afirmações que se fazem neste trabalho, como se compreende fàcilmente.

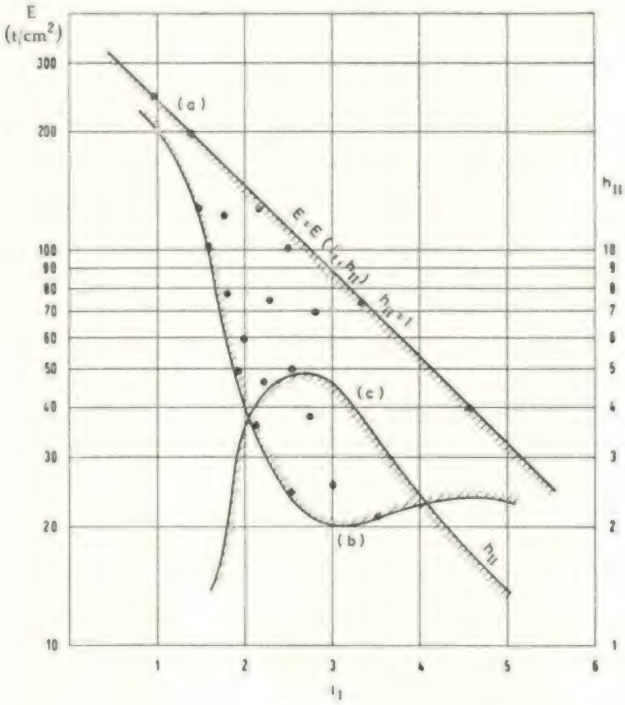


Fig. 1

4. Definição de h_{II} e sua medição

Por comodidade, no estudo da deformabilidade das rochas vai substituir-se o parâmetro i_{II} por outro equivalente h_{II} e definido como o número que exprime o quociente entre o valor do módulo de rigidez que teria uma rocha sem fendas $\bar{E}$ e aquele que a mesma rocha no mesmo estado de alteração em massa (mesmo i_I) terá, quando existirem fendas E ($E < \bar{E}$).

Para o cálculo de $h_{II} = \frac{\bar{E}}{E}$ bastará portanto procurar o valor de $\bar{E}$, lido com uma linha do tipo da linha (a) da figura 1 e correspondente

(2) Veja referências bibliográficas de (1).

ao valor de i_I medido e dividi-lo pelo valor E também medido.

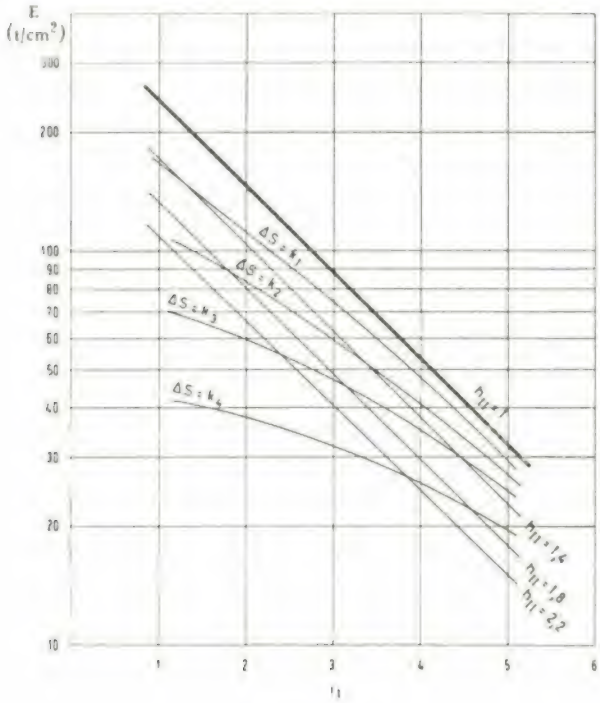


Fig. 2

Usando como eixo dos h_{II} h_{II} um eixo vertical, podem-se traçar no espaço i_I — log E linhas h_{II} = = constante e outras ΔS = constante (ΔS acréscimo do assentamento da superfície de ensaio) que terão a forma indicada na figura 2. Na figura 1 apresenta-se ainda a linha (c) que representa os valores de h_{II} referentes ao limite inferior — linha (b) — da área onde estão representados os pontos.

Com a simbologia indicada vai apresentar-se um exemplo, para melhor esclarecimento. Se os índices de alteração duma certa massa de granito forem indicados como sendo $i_I = 2{,}4$ e $h_{II} = 6{,}00$, isso quer dizer que o módulo de rigidez determinado por um ensaio de carga sobre um semi-espaço é de cerca de 20 t/cm², com possibilidade de passagem a 120 t cm² se for realizado um tratamento desse granito que faça desaparecer o efeito das diaclases na deformabilidade (p. ex. um tratamento por injecções).

O conhecimento desta situação é muito importante, sobretudo no estudo de rochas de fundação para estruturas muito sensíveis a assentamentos, como p. ex. certos tipos de barragens de betão.

5. Conclusões

Neste trabalho mostrou-se como é fácil realizar a interpretação dos resultados de determinação de módulos de rigidez por ensaios de carga sobre um semi-espaço se se lançar mão dos índices de alteração; mais mostrou-se como é fácil distinguir a influência da alteração em massa e da alteração por fissuração nos valores do módulo de regidez.

Mostrou-se também que, com o tipo de ensaio referido, não é correcto realizar um estudo de módulos de rigidez, sem incluir nele a obtenção duma linha como a recta (a) da figura 1; se não se dispuser dessa linha, ficar-se-á a fazer uma ideia muito grosseira ou até errada das qualidades da rocha em estudo e essa abdicação equivale quase a desprezar as possibilidades que a técnica actual de injecção oferece para melhorar as características mecânicas das rochas.

Está claro, para obtenção da recta referida, haverá que escolher criteriosamente as características da superfície de carga a usar.

Resta chamar a atenção para o facto de que os parâmetros medidores do estado de alteração não devem ser escritos sem os seus índices I e II, ao contrário do que fazem alguns utilizadores de estudos realizados, que resolveram eliminar esses índices em desenhos onde eles existiam, sem se terem preocupado antes em saber da razão da sua existência; simplificações deste género contribuem para o esquecimento do verdadeiro significado destes parâmetros e podem induzir em julgamentos errados.

AÇO TOR

O AÇO DE ALTA RESISTÊNCIA
PARA BETÃO ARMADO COM
MAIOR VENDA NO MUNDO

TENSÃO DE SEGURANÇA 2 400 Kg/cm²
SEM GANCHOS

Especifique
AÇO TOR
com o símbolo

SOABAL – SOCIEDADE DE AÇOS PARA BETÃO ARMADO, LDA.
RUA JOAQUIM BONIFÁCIO, 2, 1.º — TELEF. 4 05 66 — LISBOA

Tabelas para o Cálculo de Betão Armado

POR FERNANDO VASCO COSTA

4.ª edição revista e aumentada pelo autor e por

JOÃO D'ARGA E LIMA

Preço 140$00

TOPOGRAFIA GERAL

Pelo Eng.º A. C. Xerez

1.º Volume

2.ª edição revista e aumentada

Preço de cada volume 150$00

MANUAL DE HIDRÁULICA

Pelo Eng.º Armando C. Lencastre

Preço 150$00

Dicionário de Unidades e Tabelas de Conversão

Pelo Eng.º Vasco Costa e Osvaldo Francês

Preço 35$00

Pedidos à "Técnica"

Desconto: 10 % aos assinantes

BIBLIOTECA
FICHEIRO

Classificadores responsáveis:

José Fernando Pinharanda, João Carvalho Marques, António Pires Carreto, José Manuel Gonçalves e Alberto Romão Dias

---

Recortar as indicações bibliográficas que formam uma ficha e estão encimadas por CDU (Classificação Decimal Universal).

Colar cada referência num pequeno rectângulo de cartolina de 75 × 125 mm.

Ordenar pelos índices decimais, *começando da esquerda para a direita,* independentemente do número de algarismos que o índice contiver, e respeitando a seguinte regra de arrumação dos sinais auxiliares:

+ / n.os simples : [ ] = (01/09) (1/9) (=) " "A/Z — .0 .00

Consultar, em casos duvidosos, a exemplificação inserida na «Técnica» n.º 218 e seguintes, ou recorrer à Biblioteca da A. E. I. S. T.

Notar que a inserção das fichas nesta publicação respeita a ordem correcta, no intuito de a esclarecer o mais possível.

A comodidade de possuir no próprio local de trabalho um arquivo ordenado e de fácil consulta sobre assuntos que se sabe onde existem, é uma das evidentes vantagens de um ficheiro classificado segundo a CDU.

Os assuntos de que estas fichas são referência ficam patentes à consulta a partir desta data.

LIVROS

C. D. U. 51 : 371

On Teaching Mathematics. The outcome of discussions and lectures at the Southampton Mathematical Conference — *Pergamon Press, Oxford.*

Pergamon Press, Oxford, 1961, vol. 1, págs. 116.

C. D. U. 548.5 : 548.2 : 549.517.2(469.922)

Growth and etch features of Hematite crystals from the Azores Islands — Portugal — *Ichiro Sunagawa.*

Serviços Geológicos de Portugal, 1960, vol. 1, págs. 50 + XXI.

C. D. U. 622.411.511

Estudo de amostragem e da contagem de poeiras na mina de Gondarém (Castelo de Paiva) — *Ricardo Jorge Macedo.*

Est. Not. Trab. Serv. Fom. Min, (separata), 1960, págs. 96.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 382 : 553.32(81)

Aspectos actuais do Comércio Internacional do Minério de Manganês — *Henrique Capper Alves de Sousa.*

Geologia e Metalurgia, n.º 23, pág. 93-126.

Separata do Boletim n.º 23.

C. D. U. 378.12 : 55 : 92 Fleury

Ernest Fleury e o ensino da Geologia — *Orlando Ribeiro.*

Bol. Soc. Geol. Port., 1960, vol. 13, n.º 111, pág. 303-308

C. D. U. 382.14 (437)

Economia planificada y monopolio del comercio exterior checoslovaco — *Karel Svec.*

El Comercio Exterior Checoslovaco, 3-961. vol. 1, n.º 3, pág. 11-22.

C. D. U. 512.3

Método de relaxação para a resolução de sistemas de equações algébricas lineares — *A. César de Freitas.*

Gazeta de Matemática, 4-9-960, vol. 21, n.º 79-80, pág. 1-5; 5 ref. bibliográficas.

C. D. U. 512.83

Two classicoom notes on algebra. I — The computation of the Vanderwonde determinant — *J. J. Dionisio*

Gazeta de Matemática, 4-9-960, vol. 21, n.º 79-80, pág. 12-14.

C. D. U. 534.86 : 778.55 : 727.3(43-2.2)

Electroacoustic and Cinematographic Equipments of the Auditorium Maximum of the Hamburg University — *Joachim Jäckel and Werner Lemke.*

Siemens Review XXVIII (1961), pág. 312-315, 5 fig.

C. D. U. 539.411 : 620.173

A new solution of the stress condition in triaxial compression — *A. Balla.*

Acta Technica Hungaricale, 1960, vol. 28, n.º 3-4, pág. 349-388.

C. D. U. 539.43 : 620.178.3

Notch sensitivity in steel — *E. Agerman,*

Asea Research 4, pág. 5-46, Västeras, Sweden 1960

Aglomerado Negro de Cortiça

... o isolante mundialmente preferido

na construção moderna.

ISOLAMENTOS

TÉRMICOS · ACÚSTICOS E VIBRÁTICOS

IŞOLA

SOC. COM. de ISOLAMENTOS de CORTIÇA, LDA.
Av. António Augusto de Aguiar, 17 - Lisboa
TEL: 47824-41697

Guia de Análise Química das Águas

(Potáveis, Minerais e para a Indústria)

POR

A. Herculano de Carvalho

Professor do Instituto Superior Técnico
e do Instituto de Hidrologia de Lisboa

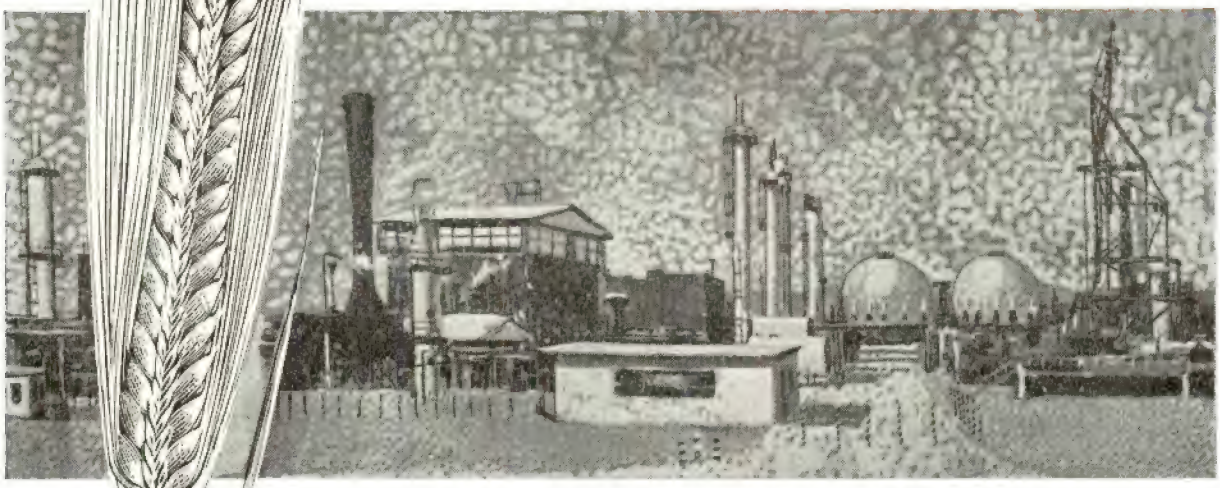
PREÇO 90$00

Pedidos à «Técnica»

Desconto 10 % aos assinantes

A NOVA FÁBRICA DE ADUBOS

LAVRADIO



MAIS UMA IMPORTANTE ADIÇÃO À ECONOMIA PORTUGUESA

Portugueses e britânicos colaboram presentemente num vasto projecto para o enriquecimento da economia agrícola de Portugal – a realização de um grande complexo processual químico para produzir os adubos essenciais ao desenvolvimento agrícola da nação portuguesa.

O complexo, sob a designação de Fábrica de Azotados – Lavradio, será o maior do seu género em Portugal e funcionará por conta da Firma Portuguesa União Fabril do Azoto. Os engenheiros britânicos da Organização KELLOGG desempenharão papel principal na execução do projecto. Este consistirá de uma instalação para a produção diária de 180 toneladas de amoníaco, uma instalação para 123 toneladas diárias de ureia, e outras para a produção de ácido nítrico, nitrato de amónia, nitro-cal-amónia, e sulfo-nitrato.

O projecto, que produzirá anualmente milhares de toneladas de fertilizantes de ureia, nitro-cal-amónia e de sulfo-nitrato, será edificado em Lavradio, na margem esquerda do Tejo, defronte de Lisboa. A Kellogg International Corporation tem a seu cargo grande parte dos trabalhos de engenharia e procura de materiais. A Kellogg encarregar-se-á também da construção de todas as principais instalações de processo.

Planeado para ficar pronto em 1962, este complexo será de importância vital para a economia portuguesa, e a parte desempenhada pela engenharia britânica irá acrescentar mais uma página à longa história da amizade luso-britânica. Se tenciona mandar construir novas unidades de processo, em qualquer parte do mundo, os engenheiros da Kellogg terão sempre o maior prazer em sugerir o modo como os serviços da Kellogg poderão agir vantajosamente para o bom interesse da sua Companhia, e a melhor maneira de construir a instalação.

KELLOGG

KELLOGG INTERNATIONAL CORPORATION

Kellogg House · 62-72 Chiltern Street · Baker Street · Londres W.1

Société Kellogg · *Paris* · The Canadian Kellogg Company Ltd · *Toronto*
Kellogg Pan American Corporation · *Buenos Aires* · Compañía Kellogg de Venezuela · *Caracas*
Subsidiárias e Filiais de THE M. W. KELLOGG COMPANY, NOVA IORQUE

C. D. U. 546.47 : 542.8

Recubrimientos electrolíticos brillantes de CINC — *Enrique Julue Salvadó.*

Ion, 11-961, ano 21, n.º 235, pág. 71-85.

C. D. U. 549.651.11 [548.1] (469.321.22)

Contribuição para o estudo morfológico dos feldspatos dos pegmatitos graníticos da Serra do Gerez — *C. Ribeiro Albuquerque.*

Memórias e Notícias, 1958, n.º 46, pág. 68-78.

C. D. U. 55 [061.3] «1960»

Congresso Internac. de Geologia — Copenhague, 1960 — *C. Teixeira.*

Bol Soc. Geol. Port., 1960, vol. 13, n.º 111, 313-325.

C. D. U. 550.83 : 624.15

A aplicação dos métodos geofísicos nas obras públicas e na construção — *J. J. Breusse.*

Electricidade, 4-6-961, n.º 18, pág. 13c.

C. D. U. 551.51 : 629.19

La recherche spatiale — *Harrie Massey.*

Endeavour, 4-961, vol. 20, n.º 78, pág. 68-77.

C. D. U. 553.32.003.1(81)

Minério de Manganês no Brasil — Suprimento interno e exportação — *Mário da Silva Pinto.*

Geologia e Metalurgia, n.º 23, pág. 7-91.

Separata do Boletim n.º 23.

C. D. U. 563.4 (119.3 : 469.421.14)

Espongilídeos fósseis no diatonuto de Azenhas do Vale de Atela (Alpiarça) — *Armando Moura.*

Memórias e Notícias, 1958, n.º 46, pág. 23-33.

C. D. U. 564 (116.313 : 673.33)

Sobre alguns fósseis da região de entre Lobito e Catumbela (Angola) — *António Ferreira Soares.*

Memórias e Notícias, 1958, n.º 46, pág. 11-24.

C. D. U. 569 : 551.782.1 (469.411)

Stratigraphie et faunes de mammifères terrestres (du Miocène de Lisbonne — *Miguel Telles Antunes.*

Bol. Soc. Geol. Port., 1960, vol. 13, n.º 3, pág. 257-266.

C. D. U. 620.173 : 539.411

A new solution of the stress conditions in triaxial compression — *A. Balla.*

Acta Technica Hungaricae, 1960, vol. 28, n.º 3-4, pág. 349-388.

C. D. U. 620.197 : 621.315.21.5/.7

Corrosion Protection for Metallic Cable Sheaths — *Walter Jaeschke.*

Siemens Review XXVIII (1961), pág. 261-266, 10 figuras, bibliografia.

C. D. U. 621.039.572

Siemens Training Reactor SUR — *Günter Hildenbrand.*

Siemens Review XXVIII (1961), pág. 289-292, 4 figuras, 1 tabela.

C. D. U. 621-5

Introdução à teoria do controle — *M. Trigo Trindade.*

Electricidade, 4-6-961, n.º 17, 18 e 19, pág. 30-161.

C. D. U. 621.311.1 (673.4)

CAMBAMBE — Primeiro escalão do aproveitamento hidroeléctrico do médio Cuanza em Angola — *G. Sarmento e P. C. Afonso.*

Electricidade, Abril e Junho, 1961, n.º 18, pág. 124.

C. D. U. 621.311.21 : 621.67 : 621.316.719.2

Dynamic Braking of Pumped-storage Units — *Albrecht Haffa.*

Siemens Review XXVIII (1961), pág. 251-255, 5 figuras, 1 tabela, bibliografia.

C. D. U. 621.311.22 (45)

Recommissioning of the Città di Roma Steam Power Station following the Floods in Central Italy — *Günter Treu.*

Siemens Review XXVIII (1961), pág. 315-316, 1 figura.

C. D. U. 621.311.28 : 621.386.1

Generating Sets for Feeding X-ray Equipment — *Günther Jäger.*

Siemens Review XXVIII (1961), pág. 275-277, 5 figuras.

C. D. U. 621.313.1 : 621.317.66.082.13

Innovations in the Determination of Efficiency by Retardation Tests — *Rudolf Pussan.*

Siemens Review XXVIII (1961), pág. 301-305, 3 figuras.

C. D. U. 621.314.21.018.3

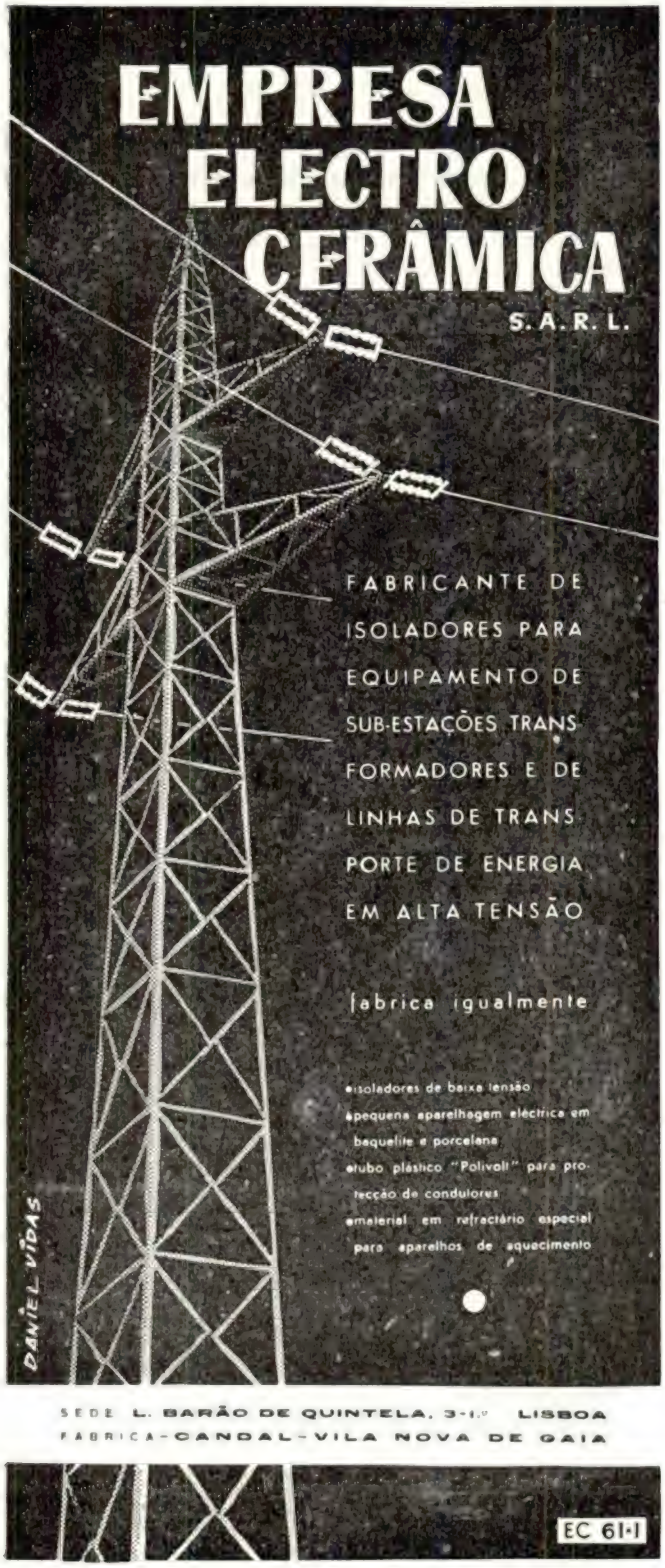
The third harmonics in currents and voltages when magnetising a transformer — *E. H. Nilsson.*

Asea Research 4, pág 83-96, Västeras, Sweden 1960.

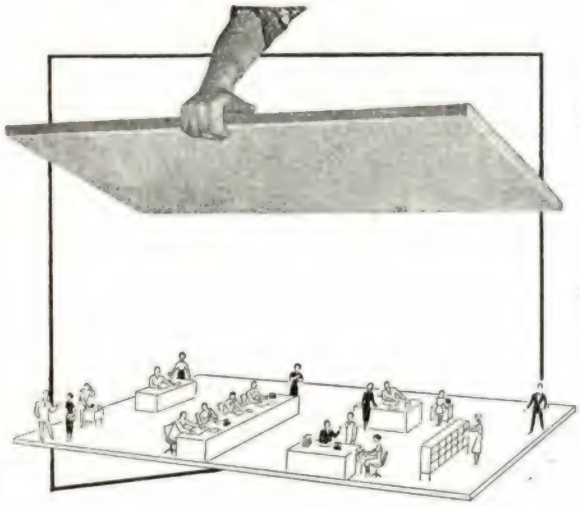
C. D. U. 621.314.7 : 621.316.7 : 532.217

Installation de règlage dè niveau avec Teleperm Z (règulateur à aiguille) — *Hans Noder.*

Revue Siemens 19 (1961), pág. 255-259, 7 figuras, bibliografia.



Vitrofil



ESTE TECTO

absorvendo os ruídos

aumenta o rendimento do pessoal

- ★ Coeficiente elevado de absorção do som
- ★ Poder isolante elevado
- ★ Fácil aplicação
- ★ Incombustível
- ★ Fácil de limpar

Numerosas referências em cinemas, salas de aula, escritórios, salas de mecanografia, refeitórios, estúdios de rádio e de televisão, oficinas, etc.

NACIONAL FIBRAS DE VIDRO, LDA.
Rua Braamcamp, 15, 2.º Dt.º—LISBOA
Tel. 5 91 50 — 5 91 24

C. D. U. 621.315.176

Aplicação das tabelas de Martin ao cálculo rigoroso de flechas e tensões de condutores montados entre apois desnivelados — *J. de Moura Relvas.*

Electricidade, 5-6-961, n.º 18, pág. 144.

C. D. U. 621.315.221.5/.7 : 620.197

Corrosion Protection for Metallic Cable Sheaths — *Walter Jaeschk.*

Siemens Review XXVIII (1961), pág. 261-266, 10 figuras, bibliografia.

C. D. U. 621.315.221.7 : 669.71

Câbles avec gaine en aluminium appliquée par extrusion continue — *Hans Borchardt et Walter Thele.*

Revue Siemens 19 (1961), pág. 149-155, 9 figuras 1 tabela, bibliografia.

C. D. U. 621.315.23 : 621.316.1

Cables for Rural Low-voltage Systems — *Karl Bock.*

Siemens Review XXVIII (1961), pág. 248-249, 2 figuras bibliografia.

C. D. U. 621.316.54.064.25.027.5

Low-oil-content Circuit Breakers with an Insulation Rating of 10 kV and with Increased Rupturing Capacity — *Jürgen Homp.*

Siemens Review XXVIII (1961), pág. 277-278, 1 figura.

C. D. U. 621.316.545 : 621.315.616.96

Indoor Isolators to New Standards (Insulation Ratings 10 to 30 kV) with Cast-resin Insulation — *Erwin Hartmann.*

Siemens Review XXVIII (1961), pág. 311-312, 1 figura.

C. D. U. 621.316.7 : 621.314.7 : 532.217

Installation de réglage de niveau avec Teleperm Z (régulateur à aiguille) — *Hans Noder.*

Revue Siemens 19 (1961), pág. 255-259, 7 figuras, bibliografia.

C. D. U. 621.316.718.083.722

Digital Speed Control — *Klaus Anke, Gerhart Kessler and Helmut Müller.*

Siemens Review XXVIII (1961), pág. 222-225, 4 figuras, bibliografia.

C. D. U. 621.316.718 : 621.318.435.3 : 681.624.4

Système de commande à réglage de vitesse à moteurs continus alimentés par amplificateurs magnétiques pour des rotatives d'imprimerie — *Werner Leonhard et Walter Preis.*

Revue Siemens 19 (1961), pág. 217-223, 8 figuras, bibliografia.

C. D. U. 621.316.79.083.722 : 621.771.272

Contrôle numérique du déplacement de la butée de cisaille dans un train finisseur — *Friedrich Fröhr et Reinhold Schmidt.*

Revue Siemens 19 (1961), pág. 229-232, 4 figuras, bibliografia.

C. D. U. 621.317.39 : 531.787 : 536.5 : 532.217

Nouveaux contrôleurs de pression, de température et de niveau — *Richard Spiess.*

Revue Siemens 19 (1961), pág. 274-278, 9 figuras, bibliografia.

C. D. U. 621.317.74

Sweep-Frequency Setups for Time-Saving Measurements in the Range from 450 to 8,200 Mc — *Ludwig Frech and Josef Turban.*

Siemens Review XXVIII (1961), pág. 236-241, 6 figuras, 1 fabela, bibliografia

C. D. U. 621.317.74 : 621.39

Méthodes automatiques de mesure pour la technique des transmissions — *Klaus Hoffmann et Hanskarl Liersch.*

Revue Siemens 19 (1961), pág. 238-243, 3 figuras, 2 tabelas, bibliografia.

C. D. U. 621.318.56

Relais pour la technique télégraphique et de signalisation — *Dieter Murmann.*

Revue Siemens 19 (1961), pág. 232-238, 8 figuras, bibliografia.

C. D. U. 621.327.59 : 628.14

Indoor Luminaires for Xenon Lamps — *Hans Weik.*

Siemens Review XXVIII (1961), pág. 284, 2 figuras.

C. D. U. 621.331 : 621.398

Installations de télécommande pour l'alimentation des chemins de fer électriques — *Watter Henning.*

Revue Siemens 19 (1961), pág. 278-284, 4 figuras, bibliografia.

C. D. U. 621.335.3.024

Nouvelle locomotive à courant continu pour traction en tandem dans les mines de lignite à ciel ouvert — *Wilhelm Wüste.*

Revue Siemens 19 (1961), pág. 172-174, 3 figuras.

C. D. U. 621.386.1 : 621.311.28

Generating Sets for Feeding X-ray Equipment — *Günther Jäger.*

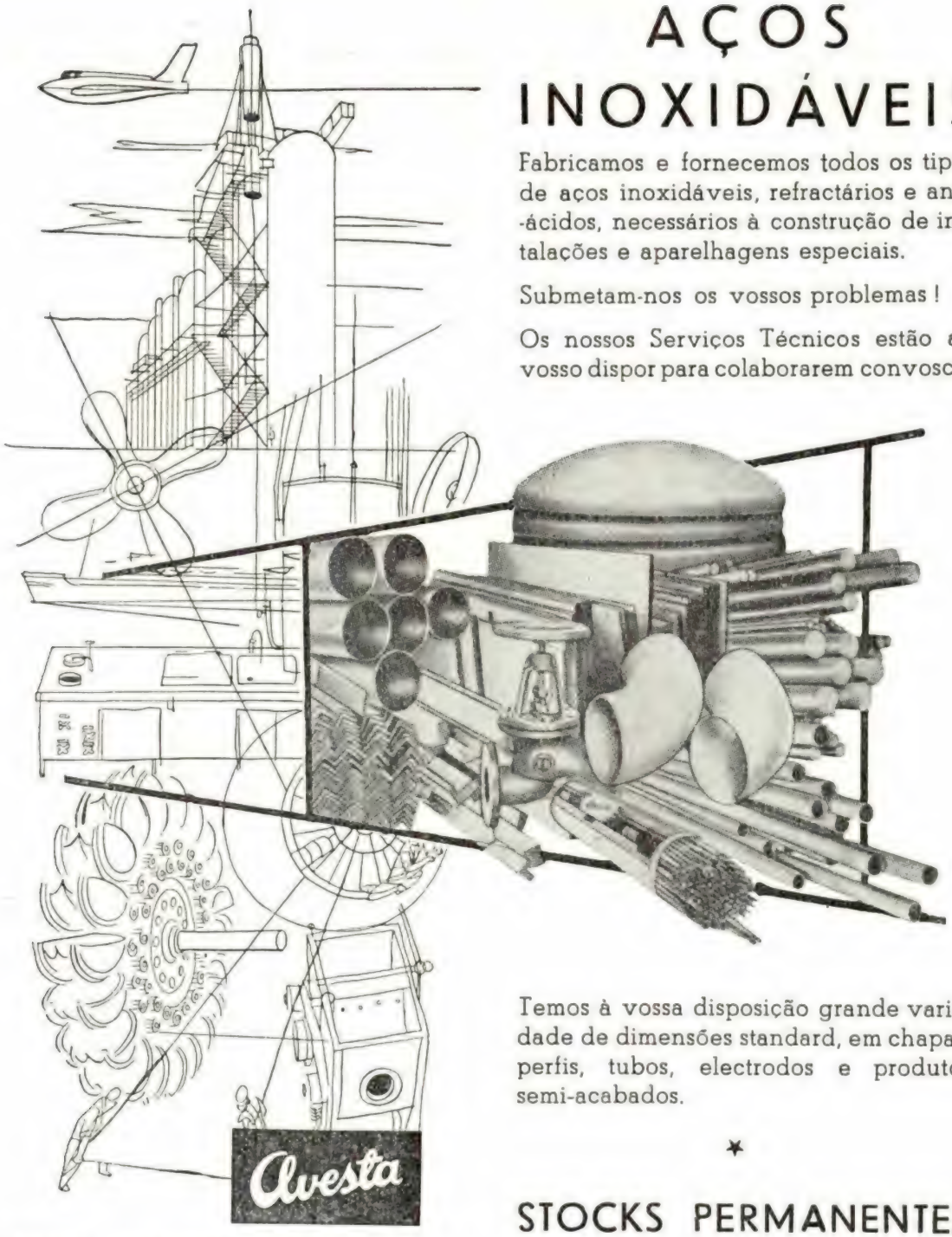
Siemens Review XXVIII (1961) pág. 275 a 277, 5 figs.

AÇOS INOXIDÁVEIS

Fabricamos e fornecemos todos os tipos de aços inoxidáveis, refractários e anti-ácidos, necessários à construção de instalações e aparelhagens especiais.

Submetam-nos os vossos problemas!

Os nossos Serviços Técnicos estão ao vosso dispor para colaborarem convosco.



Temos à vossa disposição grande variedade de dimensões standard, em chapas, perfis, tubos, electrodos e produtos semi-acabados.

★

STOCKS PERMANENTES

AVESTA JERNVERKS AKTIEBOLAG
AVESTA — SUÉCIA

Representantes Exclusivos para Portugal e Ultramar:

A. JOHNSON & Co (PORTUGAL), L.DA

SEDE EM LISBOA:
Praça José Fontana, 11-1.º
Telef. 479 61 — 479 93 — 479 97

FILIAL NO PORTO:
R. Dr. António Granjo, 160/168
Telef. 5 4666

C. D. U. 621.39 : 621.311.4

L'installation d'alimentation dans le central de télécommunication de Mannheim — *Theodor Fried et Karl Braun.*

Revue Siemens 19 (1961) pág. 175-177, 5 figs.

C. D. U. 621.316.79.083.42

Digital Position Control — *Klaus Anke, Karl Ertel and Gerhard Sinn.*

Siemens Review XXVIII (1961), pág. 226-231, 11 figuras, bibliografia.

C. D. U. 621.394.34 : 656.7(493)

Le central télégraphique de retransmission à service automatique de la SABENA — *Winfried Graf.*

Revue Siemecs 19 (1961) pág. 158 a 163, 5 figs. e bibliografia.

C. D. U. 621.394.34 : 656.7(493)

Le développement du trafic télégraphique auprès de la SABENA — *Serge Lebrun.*

Revue Siemens 19 (1961) pág. 156 a 158.

C. D. U. 621.395.264

Direct Inward Dialing to PABX Extension — A Dial Office Problem? — *Herbert Törper and Konrad Hohde.*

Siemens Review XXVIII (1961) pág. 217 a 222, 2 figs., 2 tabelas, bibliografia.

C. D. U. 621.395.264

Sélection directe jusqu'au poste supplémentaire — est-ce un problème pour les centraux téléphoniques publics? — *Herbert Töpfer et Konrad Rohde.*

Revue Siemens 19 (1961) pág. 223 a 229. 2 figs., 2 tabelas, bibliografia.

C. D. U. 621.395.5

L'équipement de parcours du système à courants porteurs de 12 Mc/s — *Kurt Barthel et Werner Zitzmann.*

Revue Siemens 19 (1961), pág. 163-172, 14 figs., bibliog.

C. D. U. 621.395.66

Traffic and Quality-of-Service Observation in Dial Offices — *Paul Gonschior and Franz Schwub.*

Siemens Review XXVIII (1961), pág. 30-308, 4 figuras.

C. D. U. 621.395.72(87)

Extension des centraux EMD au Venezuela — *Erich Steger.*

Revue Siemens 19 (1961), pág. 182, 2 figs., bibliografia.

C. D. U. 621.395.72 : 621.395.74

Dial Office Technology and Local Network Configurations — *Alois Brandstetter and Helmut Wahl.*

Siemens Review XXVIII (1961), pág. 266-272, 9 figs., bibliografia.

C. D. U. 621.395.74 : 621.395.72

Technique des centraux et structure des réseaux pour le trafic téléphonique urbain — *Alois Brandstetter et Helmut Wahl.*

Revue Siemens 19 (1961) pág. 268-273, 9 figs., bibliog.

C. D. U. 621.396.61 : 656.7.05

Shortwave Transmitters for Air Traffic Control — *Hans Süss.*

Siemens Review XXVIII (1961), pág. 247-248, 1 figura

C. D. U. 621.398 : 621.316 : 621.316.925

Transmission of Line Protection Signals over Powerline Carrier Circuits — *Reinhard Bartsch and Gerhard Bergmann.*

Siemens Review XXVIII (1961), pág. 231-236, 5 figuras, 1 tabela.

C. D. U. 621.398 : 621.331

Installations de télécommande pour l'alimentation des chemins de fer électriques — *Walter Henning.*

Revue Siemens 19 (1961) pág. 278-284, 4 fig., bibliografia.

C. D. U. 621.54.002.71 : 655.5

Pneumatic Tube Conveyor Systems Serve Large Mail Order Business — *Georg Tischer.*

Siemens Seview XXVIII (1961), pág. 316-318, 4 figuras, bibliografia.

C. D. U. 621.61 : 621.311.21 : 621.316.719.2

Dynamic Braking of Pumped-storage Units — *Albrecht Haffa.*

Siemens Review XXVII (1961), pág. 251-255, 5 figuras, 1 tabela, bibliografia.

C. D. U. 621.771.272 : 621.316.79.083.722

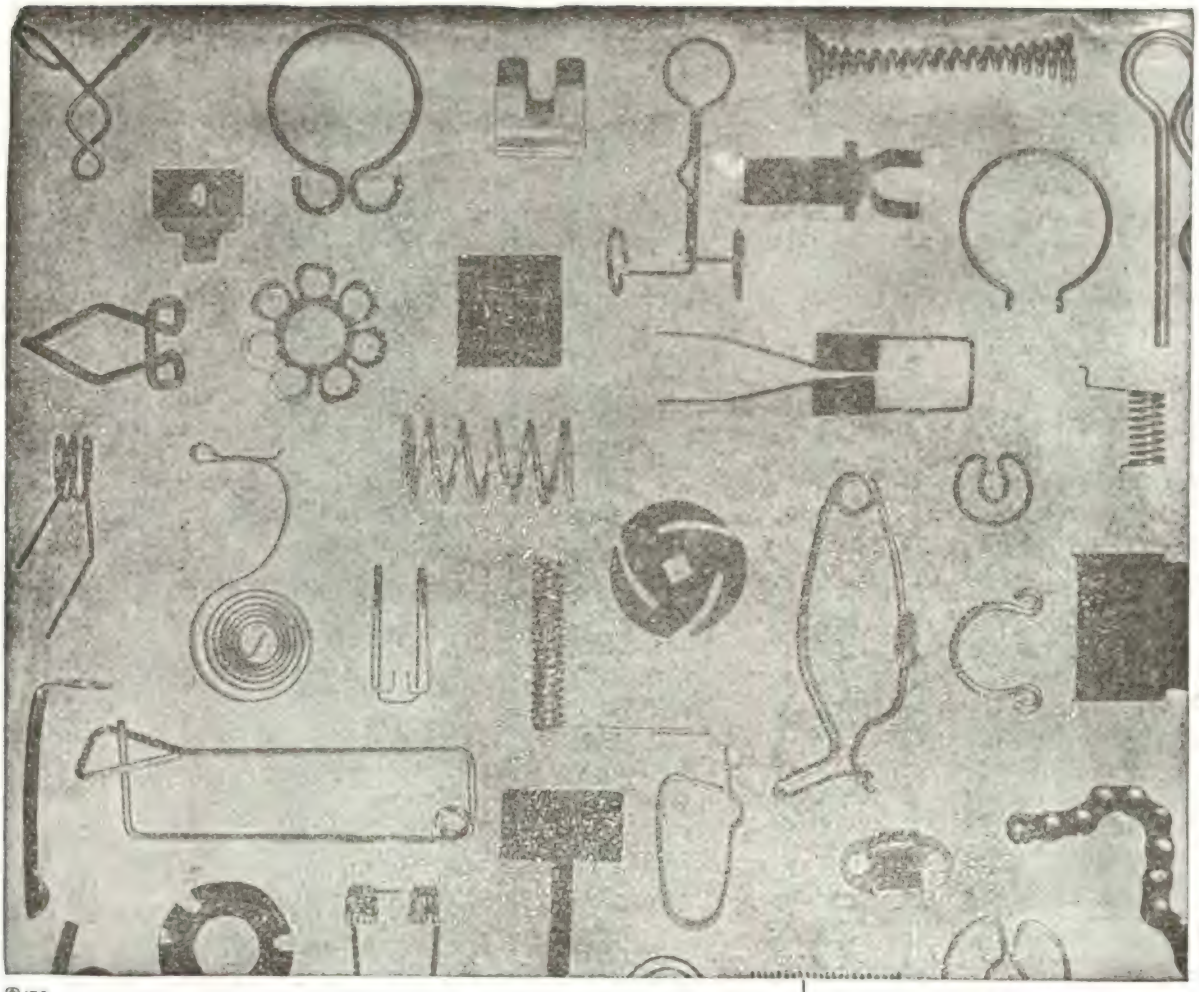
Digital Position Control for the Shear Gauge of a Light-section Rolling Mill — *Friedrich Pröhr and Reinhold Schmidt.*

Siemens Review XXVIII, (1961), pág. 272-275, 4 figuras, bibliografia.

C. D. U. 621.791.763.1-523.8

Simatic Timers for Spot Welders — *Rolf Bardenbacher*

Siemens Review XXVIII (1961), pág. 278-279, 3 figuras, bibliografia.



P 175

Quality springs presswork and accessories

Experts in the design and manufacture of springs and presswork for more than 100 years, Terrys are known all over the world for quality and dependability. They produce millions of parts every year—each one precision-made for its specific purpose. Terrys Research Department has a wealth of specialised experience and know-how and will gladly advise on the right design of spring or presswork for your particular problem.

Some of Terrys many accessories

Tool clips
Security Hose clips
Metric spanners
Boxes of assorted springs
Midget spanner sets
Circlips
Flexible shaft
Belleville washer

TERRYS

HERBERT TERRY & SONS LTD, REDDITCH, ENGLAND

C. D. U. 621.882 : 539.4

Unified-Whitworth combinations in bolt assemblies — *A. Valöen.*

Asea Research 4, pág. 73-82. Västeras, Sweden, 1960. (Transcrição de Verkstäderna 55 (1959) : 9, pág. 312-315).

C. D. U. 621.9-523

Rationalisation par commandes numériques pour machines-outils — *Werner Feist.*

Revue Siemens 19 (1961), pág. 261-267, 9 figuras, bibliografia.

C. D. U. 622.673

Mine Winding Equipment — *C. D. Wilkinson.*

Journal of the Institution of Electrical Engineers, 8-961, vol. 7, n.º 80, pág. 486-493.

C. D. U. 625.03

The adhesion problem in railway traction — a statiscal approach — *S. Johnsson.*

Asea Research 4, pág. 47-72. Västeras, Sweden 1960.

C. D. U. 664.1.055 : 621.3.018.604.05

Automatic Rocking Supervision for Sugar Centrifuges — *Walter Kirchner and Heinrich Seligmann.*

Siemens Review XXVIII (1961), pág. 246-247, 3 figuras.

C. D. U. 681.17 : 658.5

La gestion des entreprises avec les installations PRODUKTOGRAPH — *Leonhard Fuchs.*

Revue Siemens 19 (1961), pág. 251-254, 5 figs., bibliografia.

C. D. U. 628.94 : 621.327.59

Indoor Luminaires for Xenon Lamps — *Hans Weik.*

Siemens Review XXVIII (1961), pág. 284, 2 figuras.

C. D. U. 621.971.8 : 627.236

Port Lighting with Xenon Floodlights — *Werner Kipper*

Siemens Review XXVIII (1961), pág. 250, 1 figura.

C. D. U. 627.8 (469)

As grandes barragens dos aproveitamentos hidráulicos portugueses — *J. Laguinha Serafim.*

Electricidade, 4-6-961, n.º 18, pág. 114.

C. D. U. 629.113.001.4 : 62-503.55

Programmed Digital Control for Test Stands in the Motor-car Industry — *Werner Leonhard and Siegfried Waller.*

Siemens Review XXVIII (1961), pág. 308-311, 2 figs.

C. D. U. 629.19 : 551.51

La recherche spatiale — *Harry Massey.*

Endeavour, 4-961, vol. 20, n.º 78, pág. 68-77.

C. D. U. 651.2

Cartões perfurados de extracção manual — *João Nunes da Costa.*

Electricidade, n.º 18, pág. 138.

C. D. U. 656.705 : 621.396

Emetteurs O. C. pour le contrôle de la circulation aérienne — *Hans Süss.*

Revue Siemens 19 (1961), pág. 249-250.

C. D. U. 658.5 : 681.17

La gestion des entreprises avec les installations PRODUKTOGRAPH — *Leonhard Fuchs.*

Revue Siemens 19 (1961, pág. 251-254, 5 figuras, biblografia.

C. D. U. 658.513 : 658.162

Inspection by sampling — *N. Markbäck.*

Asea Research 4, pág. 97-111. Västeras, Sweden 1960.

C. D. U. 661.41.05 : 541.135

Células electrolíticas Horizontalés con cátodo de mercúrio para la fabricación do cloro e hidróxido sódico — *Angel González Martinez.*

Ion, 3-4-960, Ano 20, n.º 224, 225 e 226, pág. 131-142-216-223-274-284.

O INCRÍVEL

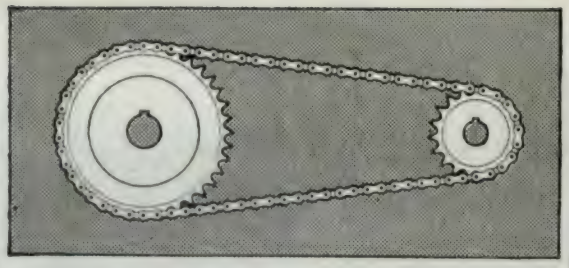
AUSTIN seven

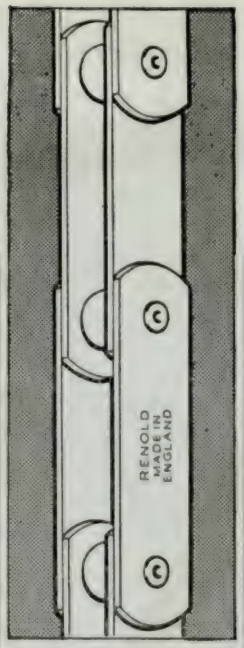
para o seu serviço
para os seus passeios
para sua completa satisfação
não hesite – decida-se pelo AUSTIN SEVEN

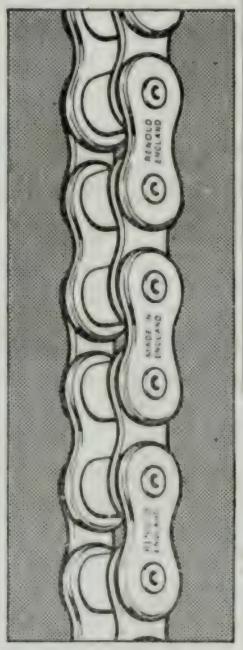
AGORA MAIS ATRAENTE — NOVAS CORES

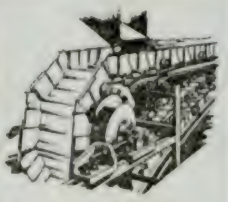
PREÇO TOTAL ESC. 46.463$70

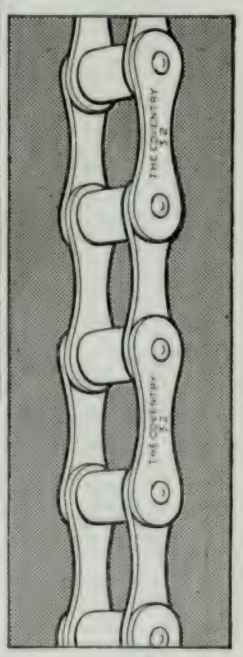
DISTRIBUIDORES GERAIS: J. J. GONÇALVES, SUCRS
LISBOA • EVORA • PORTO • AGENTES EM TODOS OS DISTRITOS











RENOLD

o PRIMEIRO nome em correntes de precisão

Representantes e depositários

HARKER, SUMNER & Ca. Lda.

PORTO	LISBOA
38, Rua de Ceuta, 48	14, Largo do Corpo Santo, 18
Telef. 27054-P.P.C. (4 linas)	Telef. 24823

RENOLD CHAINS LIMITED · MANCHESTER
REPRESENTANTES EM TODO O MUNDO

UM

MOTOR

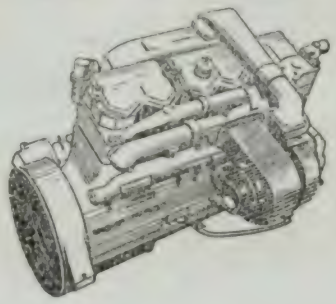
DIESEL

CUMMINS

PARA

CADA

TAREFA



Exija os Diesel Cummins

pois aumenta os seus lucros

Aqui tem 8 razões pelas quais deve adoptar regularmente os Cummins

1. Os motores Cummins são hoje oferecidos por mais de 40 fabricantes na Europa, no Extremo Oriente e na América Latina além de mais de 100 fabricantes de equipamento automotor, industrial e para a construção civil, nos Estados Unidos e no Canadá.
2. A gama dos Diesel Cummins vai de 70 a 700 hp (158 a 335 hp da Fábrica da Grã-Bretanha) e compreende os motores para todas as aplicações e os mais variados trabalhos.
3. Os motores Turbodiesel Cummins utilizam os gazes de escape para aumentar a potência reduzindo o peso do motor e o consumo de combustível, assegurando maior duração do motor e portanto lucros máximos.
4. O sistema de combustível «PT» exclusivo da Cummins tem menos peças e a sua manutenção é menos dispendiosa.
5. O sistema de protecção Cummins contra poeiras garante maior duração do motor. Filtros de ar, tampões, ligações, sistema de lubrificação e todos os pontos de infiltração das poeiras foram tornadas estanques pela Cummins.
6. Os Diesel Cummins garantem comprovada economia de combustível, mais quilómetros por litro, menos combustível por hora.
7. Todos os motores são apoiados localmente por um serviço completo de peças sobressalentes e assistência, e têm ainda a garantia de um ano.
8. Fabricados nos Estados Unidos e na Grã-Bretanha.

CUMMINS

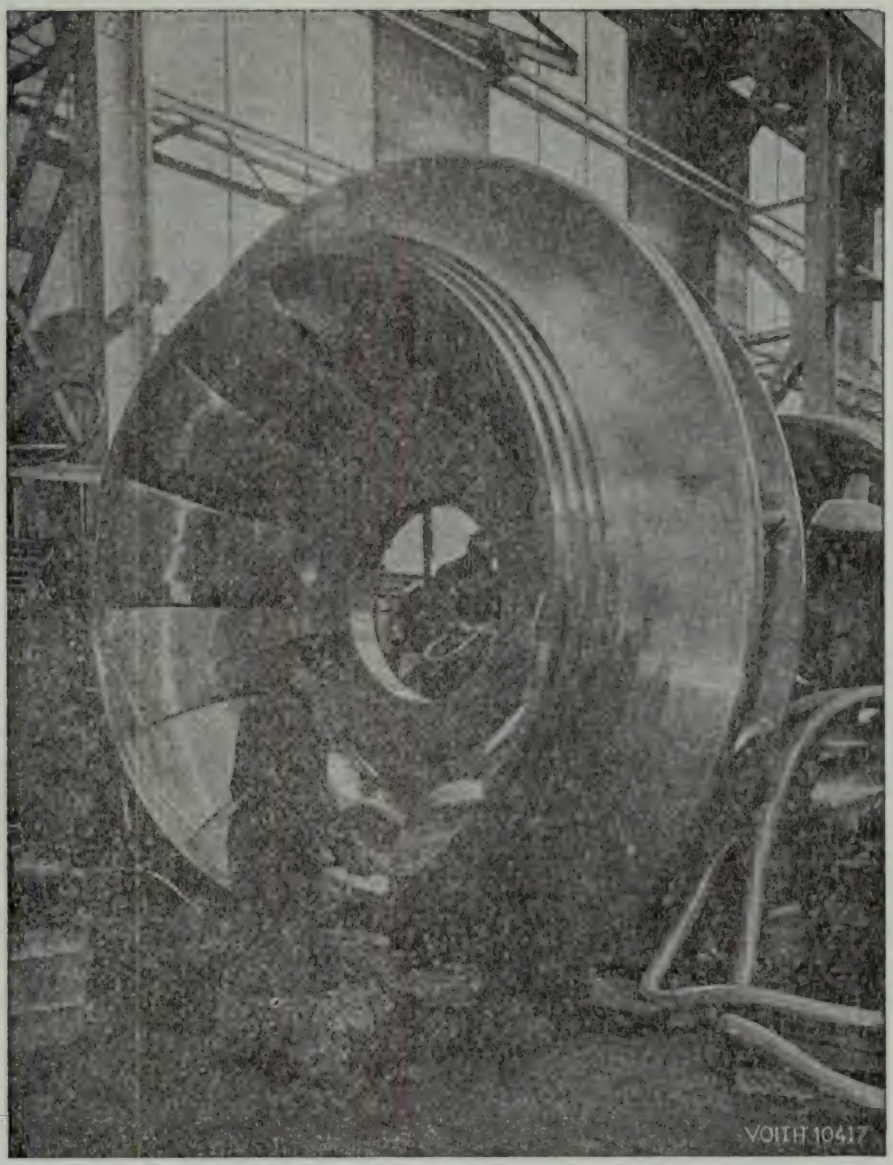
Para mais informações:

ELECTRO CENTRAL VULCANIZADORA, LDA.

LISBOA — AV. 24 DE JULHO, 60-G — TELEFONE 661176

PORTO — P. D. JOÃO I, 28 TELEFONE 23022

VOITH



2 Turbinas Francis-espirais para a central Split

na Jugoslávia, com 170.000 CV de potência unitária, sob 265 m de altura de queda, ambas construidas nas nossas fábricas. Na fotografia, em primeiro plano, um operário procede ao acabamento de uma das rodas-motrizes, na nossa oficina de grandes turbinas; o diâmetro máximo dos rotores é de 3.440 mm. As turbinas são alojadas em evolutas, soldadas, fabricadas de chapa de caldeira, de alta qualidade e resistente ao envelhecimento. O veio vertical de cada grupo é guiado por 3 chumaceiras, sendo a de impulso, montada na estrela-suporte do alternador, combinada com a chumaceira superior de guia. Estas construções da Voith são o fruto de longos anos de experiência e o resultado de estudos intensos realizados nos nossos laboratórios de ensaios hidráulicos.

J. M. VOITH GMBH · HEIDENHEIM (BRENZ) · ALEMANHA

SOFOMIL · Lisboa · Rua Joaquim Bonifácio, 2–1º · Apartado 1340 · Telefones 40566, 48980, 733639

SISTEMA Shawnee Poole

Símbolo de mobilidade
e economia em transportes

— 7 jardas cúbicas, 10 ton. de capacidade

— Angulo de viragem de 110°

— Redução do custo total de cada trabalho para 50 %

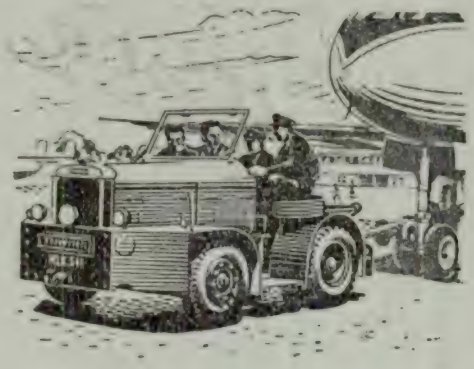
— Peça uma demonstração ao

Representante exclusivo

ESTABELECIMENTOS HEROLD, S. A. R. L.

Rua dos Fanqueiros, 278, 5.° — LISBOA

Telefones 324221/2/3



MERCURY

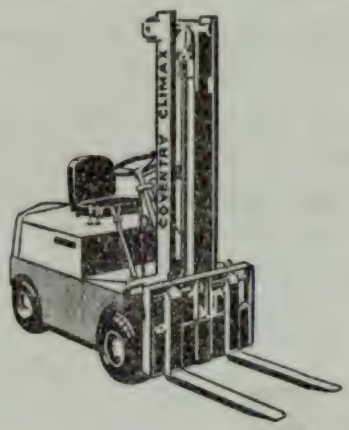
TRACTORES INDUSTRIAIS

Capacidades de reboque
até 300 Ton

COLES

GUINDASTES MÓVEIS

Capacidades até 60 Ton



Coventry Climax

EMPILHADORES

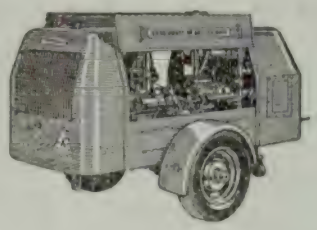
ELÉCTRICOS DIESEL GASOLINA

Capacidades até 3 Ton

"BROOMWADE"

COMPRESSORES

PORTÁTEIS E FIXOS
ROTATIVOS E ALTERNATIVOS
E FERRAMENTAS PNEUMÁTICAS



GUEDES & ALMEIDA, LDA. • R. S. Nicolau, 71-4.º — Tel. 25080 • LISBOA 2

SONDAGENS RÓDIO, L.DA

LISBOA

RUA S. MAMEDE AO CALDAS, 22, 3.º

Telefones: 867165/6/7 ✦ Telegramas: SETANSOL

RODIO

SONDAGENS GEOLÓGICAS
ESTUDOS GEOTÉCNICOS
ESTACAS GUNITA
CAPTAÇÃO DE ÁGUAS
CONGELAÇÃO DO TERRENO
IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS HIDRÁULICAS
CONSOLIDAÇÃO DE FUNDAÇÕES
ABAIXAMENTO DO LENÇOL DE ÁGUA

—//—

Engenheiro Chefe: **Walter Weyermann**

Ericsson LM

- SISTEMAS TELEFÓNICOS DE TODOS OS TIPOS
- SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO
- SISTEMAS DE SONORIZAÇÃO
- APARELHAGEM DE MEDIDA E ENSAIO
- CONTADORES ELÉCTRICOS
- CABOS E APARELHAGEM TELEFÓNICA E ELÉCTRICA

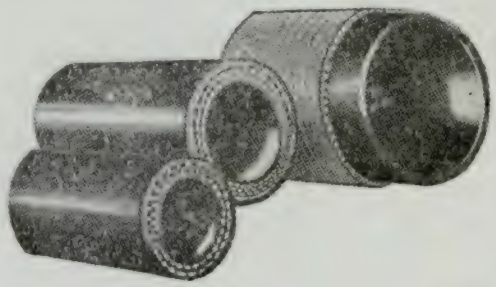
—///—

Sociedade Ericsson de Portugal, Lda.

Rua Filipe Folque, 7, 1.º — Telefone (PPC 2 linhas) 5 71 93

PROJECTOS // MONTAGENS // REPARAÇÕES

ASSISTÊNCIA TÉCNICA



MANGUEIRAS E CHUPADORES
De todos os tipos e para todos os fins

CORREIAS PLANAS
Transportadoras e para transmissões

CORREIAS TRAPEZOIDAIS
Em todas as secções e perímetros

COLA «PLIOBOND»
Uma cola que cola tudo a tudo

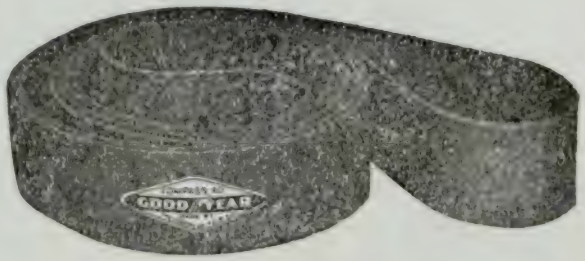
GOODYEAR

UM NOME BEM CONHECIDO NA INDÚSTRIA DA BORRACHA

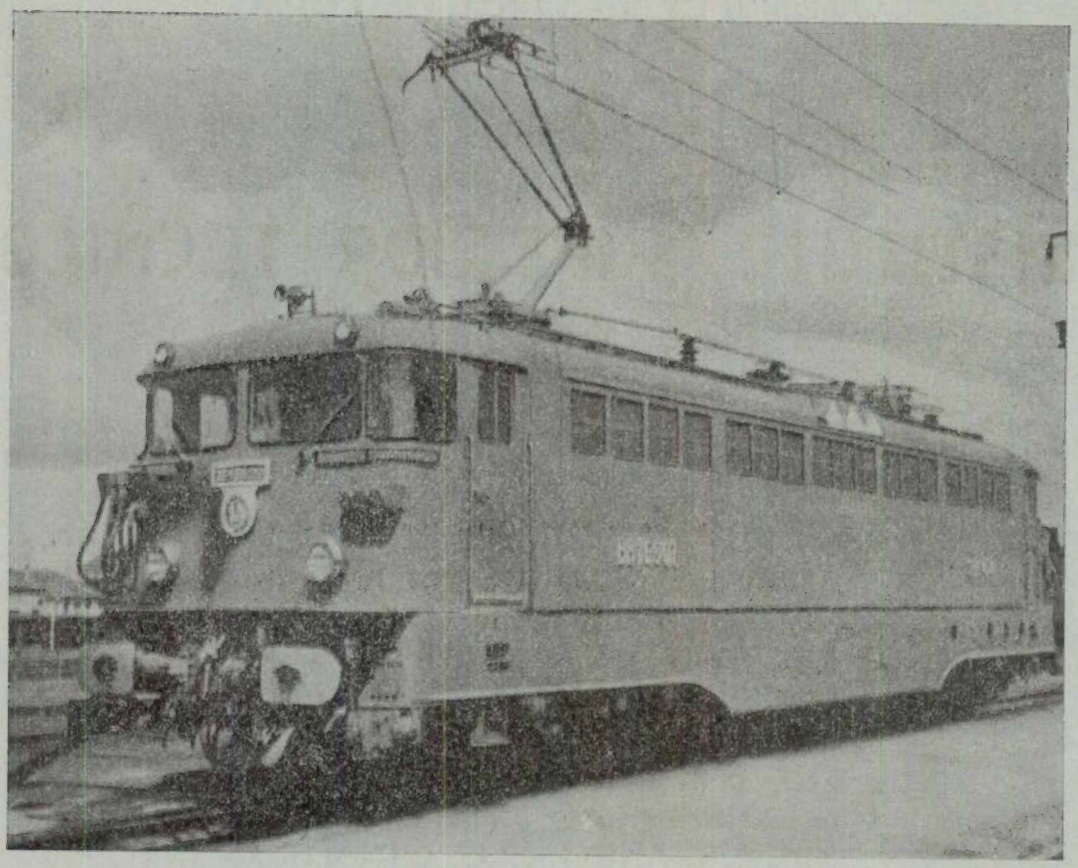
Distribuidores exclusivos:

Canelas & Figueiredo, L.da

R. dos Fanqueiros, 46 — LISBOA



SOCIETE ALSTHOM – PARIS



Locomotiva Alsthom — tipo BB — em circulação nos Caminhos de Ferro Franceses

A Société Alsthom participou na electrificação das linhas de Lisboa - Sintra e Lisboa - Entroncamento

DELEGADOS

AGMEL — AGÊNCIA GERAL DE MATERIAL ELÉCTRICO, L.DA

Rua dos Industriais, 4-1.º (às Côrtes) – LISBOA

Telef. 66 06 04 – 66 06 82 – 66 06 92

OFICINAS E LABORATÓRIOS

DO

INSTITUTO SUPERIOR TECNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário

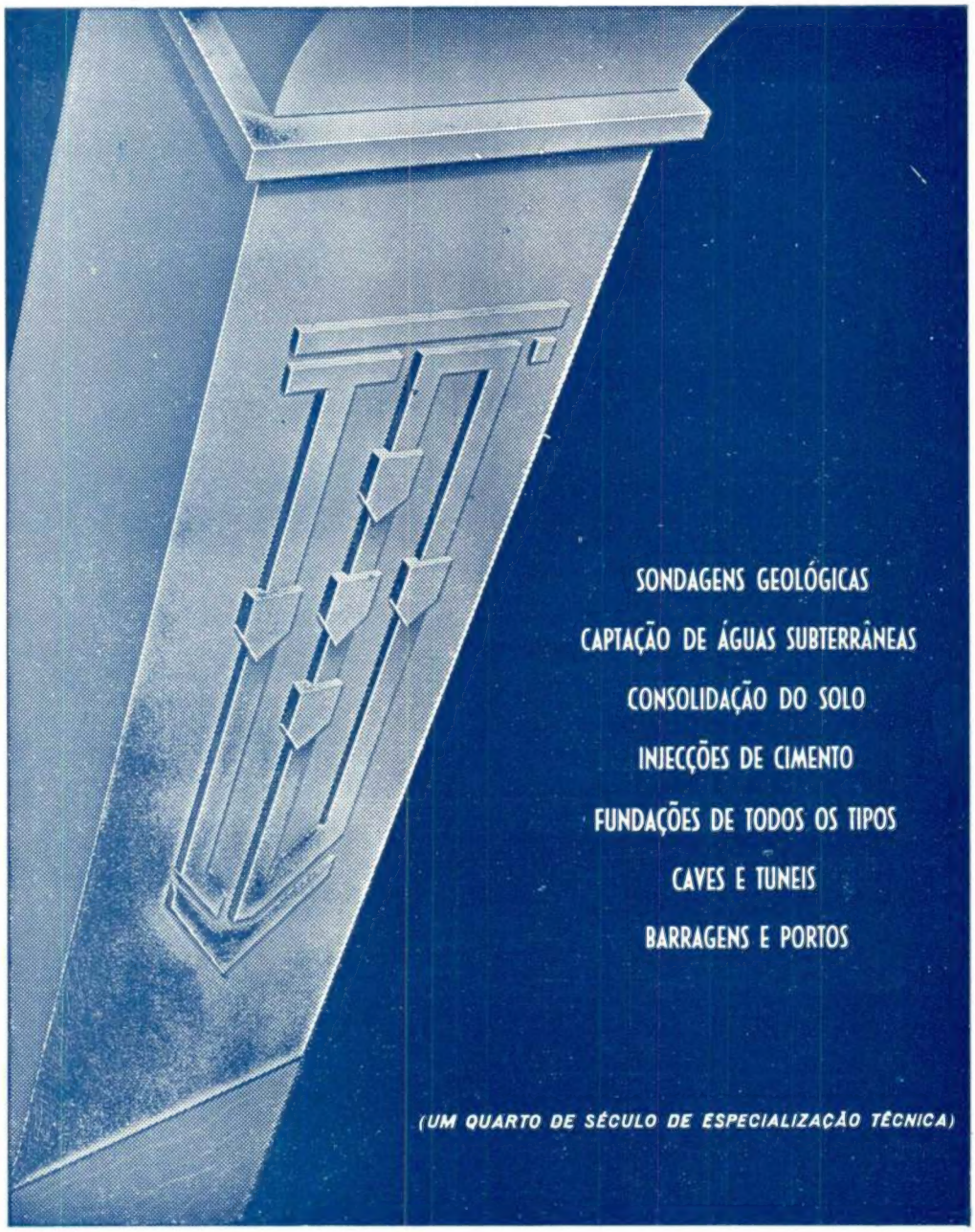
da comissão executiva

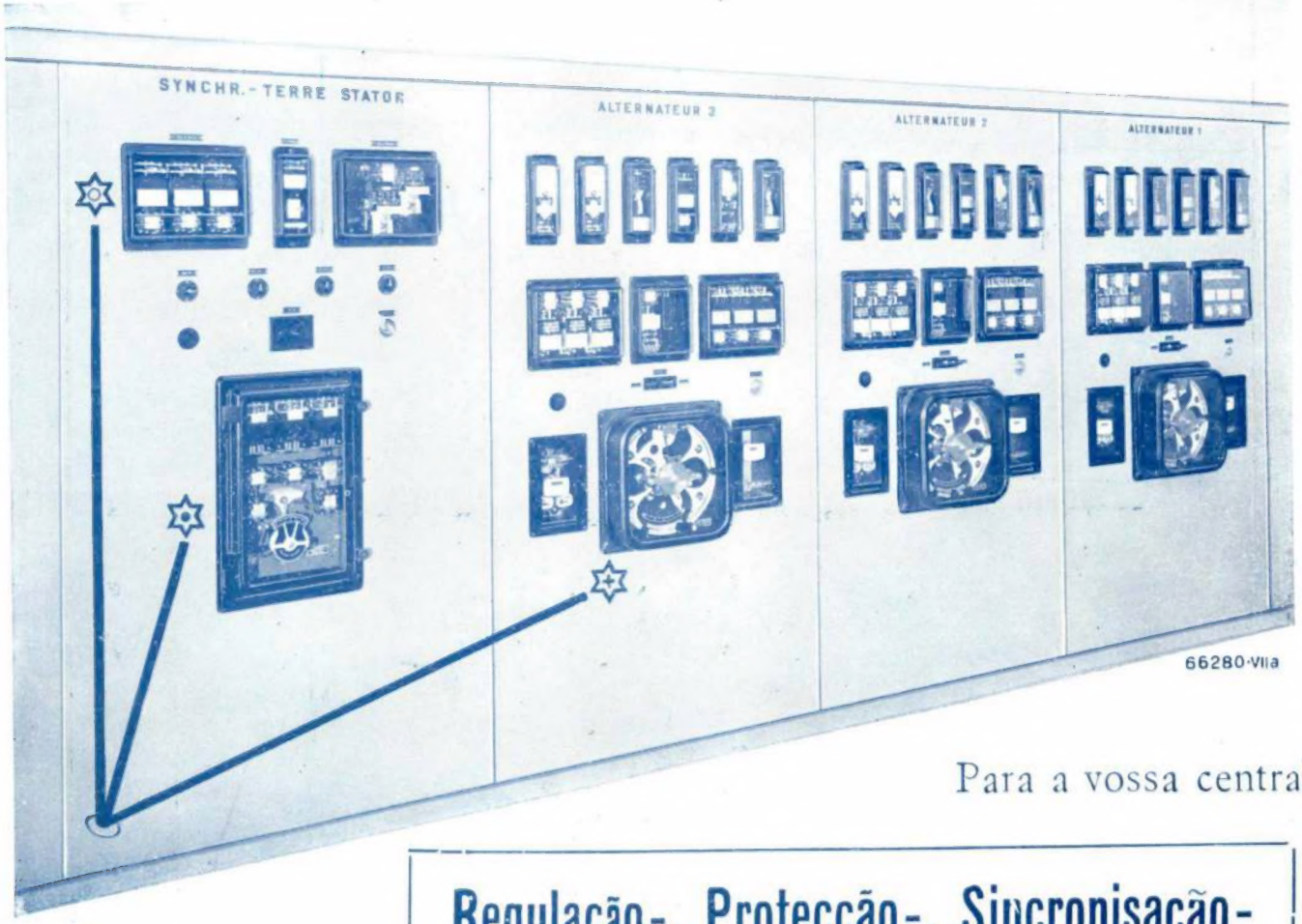
Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

PR. DA FIGUEIRA, 18. 3.º
TELEF. 36 27 95

LISBOA

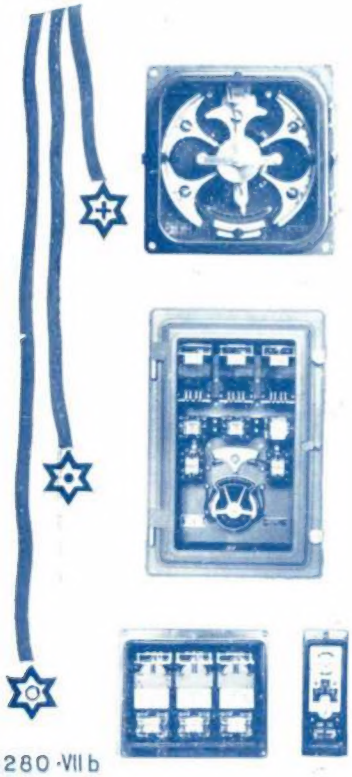




Para a vossa central

Regulação-, Protecção-, Sincronisação-

Equipamentos!



Reguladores de acção rápida

Modelos adequados a todos os tamanhos de máquinas e aos vários problemas de regulação.

Precisão e robustez!

Equipamentos de sincronisação rápida

para centrais produtoras de energia eléctrica e subestações; ocupam pouco espaço, consumo mínimo, não precisam de assistência nem afinações.

Rápido e seguro!

Equipamento para protecção de alternadores

constituídos por aparelhos de larga sanção da prática protegem máquinas novas e velhas.

Eficases e fácilmente adptáveis.

Desde 1909 entraram em serviço mais de 90 000 reguladores de acção rápida.
Máquinas com potências somando vários milhões de kVA estão sincronisadas, reguladas e protegidas pelos equipamentos Brown Boveri.
A nossa experiência baseia-se nestes factos.
Poderemos com a nossa longa prática ser também útil a V. Ex.ª?

BROWN BOVERI

SOC. DE ELECT. **BROWN BOVERI**, LDA.
RUA DE SÁ DA BANDEIRA, 481-2.º • TEL. 23411 • PORTO